

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-008207

(43)Date of publication of application : 11.01.2002

(51)Int.Cl.

G11B 5/31

(21)Application number : 2000-186296

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 21.06.2000

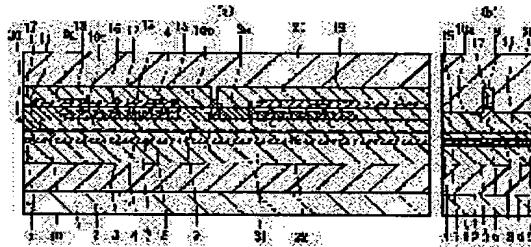
(72)Inventor : SASAKI YOSHITAKA

(54) THIN FILM MAGNETIC HEAD AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To precisely form the magnetic pole parts of an induction type electromagnetic transducing element and to prevent data from being written in areas other than those to be recorded.

SOLUTION: The recording head is equipped with a lower and upper magnetic poly layers 10, 18, a recording gap layer 17 provided between the magnetic pole parts of the magnetic poly layers 10, 18, and a thin film coil 13 at least a part of which is arranged between the magnetic poly layers 10, 18 and in a state insulated against the two magnetic pole layers 10, 18. The lower magnetic pole layer 10 is provided with a magnetic pole part layer 10a and a yoke part layer 10b. The end of the yoke part layer 10b on an air bearing face 30 side is situated at a position a way from the air bearing face 30. The thin film coil 13 is arranged to the side of the magnetic pole part layer 10a. The upper magnetic pole layer 18 is composed of a single layer.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.01.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 06.07.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2004-16183

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 05.08.2004

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The medium opposed face which counters a record medium, and the 1st and 2nd magnetic layers which contain at least one layer including the magnetic pole part which each other is connected magnetically and counters said medium opposed face side mutually, respectively. At least the gap layer prepared between the magnetic pole part of said 1st magnetic layer and the magnetic pole part of said 2nd magnetic layer and a part between said 1st and 2nd magnetic layers It is the thin film magnetic head equipped with the thin film coil prepared in the condition of having insulated to said 1st and 2nd magnetic layers. Said 1st magnetic layer The magnetic pole partial layer which one field adjoins said gap layer and contains the magnetic pole part in the 1st magnetic layer, Connect with the field of another side of said magnetic pole partial layer, and it has a York partial layer used as the York part in the 1st magnetic layer. It is the thin film magnetic head which the edge by the side of the medium opposed face of said York partial layer is arranged in the location distant from the medium opposed face, and said some of thin film coils [at least] are arranged in the side of said magnetic pole partial layer, and is characterized by said 2nd magnetic layer consisting of one layer which has the part which specifies the width of recording track.

[Claim 2] Said magnetic pole partial layer is the thin film magnetic head according to claim 1 characterized by an end containing the part which has been arranged at the medium opposed face, and which has width of face equal to the width of recording track.

[Claim 3] Said magnetic pole partial layer is the thin film magnetic head according to claim 1 characterized by including the 2nd part which a medium opposed face is arranged in the opposite side, and has larger width of face than the width of recording track rather than the 1st part which an end is arranged at a medium opposed face and has width of face equal to the width of recording track, and said 1st part.

[Claim 4] Furthermore, the thin film magnetic head according to claim 1 to 3 characterized by having the coil insulation layer to which some thin film coils [at least] arranged in the side of said magnetic pole partial layer were covered, and flattening of the field by the side of said gap layer was carried out with the field by the side of the gap layer in said magnetic pole partial layer.

[Claim 5] The medium opposed face which counters a record medium, and the 1st and 2nd magnetic layers which contain at least one layer including the magnetic pole part which each other is connected magnetically and counters said medium opposed face side mutually, respectively. At least the gap layer prepared between the magnetic pole part of said 1st magnetic layer and the magnetic pole part of said 2nd magnetic layer and a part between said 1st and 2nd magnetic layers The process which is the manufacture approach of the thin film magnetic head equipped with the thin film coil prepared in the condition of having insulated to said 1st and 2nd magnetic layers, and forms said 1st magnetic layer, At least the process which forms said gap layer on said 1st magnetic layer, the process which forms said 2nd magnetic layer on said gap layer, and a part between said 1st and 2nd magnetic layers The process which is equipped with the process which forms said thin film coil, and forms said 1st magnetic layer so that it may be arranged in the condition of having insulated to these 1st and 2nd magnetic layers The magnetic pole partial layer which one field adjoins said gap layer and contains the magnetic pole part in the 1st magnetic layer, Connect with the field of another side of said magnetic pole partial layer, and the York partial layer used as the York part in the 1st magnetic layer is formed. And the process which arranges the edge by the side of the medium opposed face of said York partial layer in the location distant from the medium opposed face, and forms said thin film coil It is the manufacture approach of the thin film magnetic head which arranges said some of thin film coils [at least] to the side of said magnetic pole partial layer, and is characterized by said 2nd magnetic layer consisting of one layer which has the part which specifies the width of recording track.

[Claim 6] Said magnetic pole partial layer is the manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 5 characterized by an end containing the part which has been arranged at the medium opposed face, and which has width of face equal to the width of recording track.

[Claim 7] Said magnetic pole partial layer is the manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 5 characterized by including the 2nd part which a medium opposed face is arranged in the opposite side, and has larger width of face than the width of recording track rather than the 1st part which an end is arranged at a medium opposed face and has width of face equal to the width of recording track, and said 1st part.

[Claim 8] Furthermore, the manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 5 to 7 characterized by having the process which forms the coil insulation layer to which some thin film coils [at least] arranged in the side of said magnetic pole partial layer were covered, and flattening of the field by the side of said gap layer was carried out with the field by the side of the gap layer in said magnetic pole partial layer.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] this invention — at least — an induction type — electromagnetism — it is related with the thin film magnetic head which has a sensing element, and its manufacture approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the improvement in the engine performance of the thin film magnetic head is called for with improvement in the surface recording density of a hard disk drive unit. as the thin film magnetic head — the induction type for writing — electromagnetism — the compound-die thin film magnetic head of the structure which carried out the laminating of the reproducing head which reads with the recording head which has a sensing element, and has the magnetic-reluctance (it is hereafter described also as MR (Magneto-resistive).) component of business is used widely.

[0003] By the way, in order to raise recording density among the engine performance of a recording head, it is necessary to raise the track density in a magnetic-recording medium. It is necessary to realize the recording head of the narrow track structure which narrowed width of face in the air bearing side of that lower magnetic pole formed up and down and an up magnetic pole from several microns to the submicron dimension on both sides of the record gap layer, and for that, in order to attain this, the semi-conductor processing technique is used.

[0004] Here, with reference to drawing 9 thru/or drawing 12, an example of the manufacture approach of the compound-die thin film magnetic head is explained as an example of the manufacture approach of the conventional thin film magnetic head. In addition, in drawing 9 thru/or drawing 12, (a) shows a cross section perpendicular to an air bearing side, and (b) shows the cross section parallel to the air bearing side of a magnetic pole part.

[0005] By this manufacture approach, first, as shown in drawing 9, the insulating layer 102 which consists of an alumina (aluminum 2O3) is deposited by the thickness of about about 5-10 micrometers on the substrate 101 which consists of ARUTIKU (aluminum 2O3, TiC). Next, the lower shielding layer 103 for the reproducing heads which consists of a magnetic material is formed on an insulating layer 102.

[0006] Next, on the lower shielding layer 103, sputter deposition of the alumina is carried out to the thickness of 100-200nm, and the lower shielding gap film 104 as an insulating layer is formed. Next, the MR component 105 for playback is formed on the lower shielding gap film 104 at the thickness of dozens of nm. Next, the electrode layer 106 of the pair electrically connected to the MR component 105 is formed on the lower shielding gap film 104.

[0007] Next, the up shielding gap film 107 as an insulating layer is formed on the lower shielding gap film 104 and the MR component 105, and the MR component 105 is laid underground in the shielding gap film 104,107.

[0008] Next, on the up shielding gap film 107, it consists of a magnetic material and the lower [an up shielding ----- layer-cum-] magnetic pole layer (it is hereafter described as a lower magnetic pole layer.) 108 used to the both sides of the reproducing head and a recording head is formed at the thickness of about 3 micrometers.

[0009] Next, as shown in drawing 10, the record gap layer 109 which consists of an insulator layer, for example, the alumina film, is formed on the lower magnetic pole layer 108 at the thickness of 0.2 micrometers. Next, for magnetic-path formation, the record gap layer 109 is etched partially and contact hole 109a is formed. Next, the up magnetic pole chip 110 which consists of a magnetic material for recording heads is formed on the record gap layer 109 in a magnetic pole part at the thickness of 0.5-1.0 micrometers. The magnetic layer 119 which becomes coincidence from the magnetic material for magnetic-path formation on contact hole 109a for magnetic-path formation at this time is formed.

[0010] Next, as shown in drawing 11, the record gap layer 109 and the lower magnetic pole layer 108 are etched by ion milling by using the up magnetic pole chip 110 as a mask. As shown in drawing 11 (b), the structure where some each side attachment walls of an up magnetic pole part (up magnetic pole chip 110), the record gap layer 109, and the lower magnetic pole layer 108 were formed perpendicularly in self align is called trim (Trim) structure.

[0011] Next, the insulating layer 111 which consists of alumina film is formed in the whole surface at the thickness of about 3 micrometers. Next, it grinds and flattening of this insulating layer 111 is carried out until it reaches the front face of the up magnetic pole chip 110 and a magnetic layer 119.

[0012] Next, the thin film coil 112 of the 1st layer for the recording heads of the induction type which consists of copper (Cu) is formed on the insulating layer 111 by which flattening was carried out. Next, a photoresist layer 113 is formed on an insulating layer 111 and a coil 112 at a predetermined pattern. Next, in order to make the front face of a photoresist layer 113 flat, it heat-treats at predetermined temperature. Next, the thin film coil 114 of the 2nd layer is formed on a photoresist layer 113. Next, a photoresist layer 115 is formed on a photoresist layer 113 and a

coil 114 at a predetermined pattern. Next, in order to make the front face of a photoresist layer 115 flat, it heat-treats at predetermined temperature.

[0013] Next, as shown in drawing 12, the up magnetic pole layer 116 which consists of a magnetic material for recording heads, for example, a permalloy, is formed on the up magnetic pole chip 110, a photoresist layer 113,115, and a magnetic layer 119. Next, the overcoat layer 117 which consists of an alumina is formed on the up magnetic pole layer 116. Finally the slider containing above-mentioned each class is machined, the air bearing side 118 of the thin film magnetic head containing a recording head and the reproducing head is formed, and the thin film magnetic head is completed.

[0014] Drawing 13 is the top view of the thin film magnetic head shown in drawing 12. In addition, in this drawing, the overcoat layer 117, other insulating layers, and an insulator layer are omitted.

[0015] In drawing 12 (a), TH expresses throat height and MR-H expresses MR height. In addition, throat height means the die length (height) from the edge by the side of an air bearing side of the part which two magnetic pole layers counter through a record gap layer to the edge of the opposite side. Moreover, MR height means the die length (height) from the edge by the side of the air bearing side of MR component to the edge of the opposite side. Moreover, in drawing 12 (b), P2W express magnetic pole width of face, i.e., recording track width of face. There is an apex angle type (Apex Angle) as shown by theta else [, such as throat height and MR height,] in drawing 12 (a) as a factor which opts for the engine performance of the thin film magnetic head. This apex angle type says the include angle of the straight line which connects the corner of the side face by the side of the magnetic pole in the coil part (henceforth the apex section) which was covered by the photoresist layer 113,115 and rose in the shape of a crest, and the top face of an insulating layer 111 to make.

[0016]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In order to raise the engine performance of the thin film magnetic head, it is important to form correctly the throat height TH as shown in drawing 12, MR height MR-H, the apex angle type theta, and recording track width-of-face P2W.

[0017] In order to enable high surface density record especially in recent years (i.e., in order to form the recording head of narrow track structure), the submicron dimension of 1.0 micrometers or less is demanded of width-of-recording-track P2W. Therefore, the technique of processing an up magnetic pole into a submicron dimension using a semi-conductor processing technique is needed.

[0018] Here, it poses a problem that it is difficult to form minutely the up magnetic pole layer formed on the apex section.

[0019] By the way, as an approach of forming an up magnetic pole layer, as shown in JP,7-262519,A, the frame galvanizing method is used, for example. When forming an up magnetic pole layer using the frame galvanizing method, on the whole, the thin electrode layer which consists of a permalloy is first formed by sputtering on the apex section. Next, on it, a photoresist is applied, patterning is carried out according to a photolithography process, and the frame for plating (outer frame) is formed. And an up magnetic pole layer is formed by the galvanizing method by using as a seed layer the electrode layer formed previously.

[0020] However, there is the difference of elevation 7-10 micrometers or more in the apex section and other parts, for example. On this apex section, a photoresist is applied by the thickness of 3-4 micrometers. Supposing at least 3 micrometers or more of thickness of the photoresist on the apex section are required, since the photoresists with a fluidity gather in the lower one, in the lower part of the apex section, the photoresist film with a thickness of 8-10 micrometers or more will be formed, for example.

[0021] In order to realize recording track width of face of a submicron dimension as mentioned above, it is necessary to form the frame pattern of the width of face of a submicron dimension with the photoresist film. Therefore, a pattern with a detailed submicron dimension must be formed on the apex section with the photoresist film with the thickness of 8-10 micrometers or more. However, it was very difficult on the production process to form the photoresist pattern of such thick thickness by ** pattern width of face.

[0022] And at the time of exposure of a photolithography, the light for exposure reflects by the substrate electrode layer as a seed layer, a photoresist exposes, collapse of a photoresist pattern etc. arises and Sharp and an exact photoresist pattern are no longer obtained by this reflected light.

[0023] Thus, when magnetic pole width of face became a submicron dimension conventionally, there was a trouble that it became difficult to form an up magnetic layer with a sufficient precision.

[0024] As drawing 10 R>0 of the above-mentioned conventional example thru/or the process of drawing 12 also showed, after forming the width of recording track of 1.0 micrometers or less from such a thing with the up magnetic pole chip 110 effective in formation of the narrow track of a recording head, the approach of forming the up magnetic pole layer 116 used as the York part connected with this up magnetic pole chip 110 is also adopted (refer to JP,62-245509,A and JP,60-10409,A). Thus, it becomes possible by dividing the usual up magnetic pole layer into the up magnetic pole layer 116 used as the up magnetic pole chip 110 and the York part to form somewhat minutely the up magnetic pole chip 110 which determines recording track width of face on the flat field on the record gap layer 109.

[0025] Moreover, the thin film magnetic head which constituted the magnetic pole part from two layers of the layer used as the included layer and the York part is indicated by JP,6-314413,A in the both sides of an up magnetic pole layer and a lower magnetic pole layer.

[0026] However, also in the thin film magnetic head shown in drawing 12, the apical surface of the layer used as the York part is exposed to an air bearing side also in the thin film magnetic head indicated by JP,6-314413,A.

Therefore, in such the thin film magnetic head, not only the layer containing a magnetic pole part but the layer side used as the York part had the trouble which writing is performed and writes data also in fields other than the field which should be recorded essentially to a record medium that the so-called side light was generated.

[0027] Moreover, in the thin film magnetic head indicated by JP,6-314413,A, the width of face of a total of four layers of two layers, two layers of an up magnetic pole layer and lower magnetic pole layers, is equally formed in the magnetic pole part. Thus, as an approach of forming four layers so that width of face may become equal in a magnetic pole part, how to form each class so that the configuration of the magnetic pole part of each class may be decided at the time of formation of each class, and the approach of etching four layers collectively so that the width of face of four layers in a magnetic pole part may become equal after forming four layers can be considered.

[0028] However, there is a trouble that it is difficult to determine the configuration of the magnetic pole part of each class with a sufficient precision, and to perform alignment of the magnetic pole part of each class with a sufficient precision when recording track width of face is made small especially by the approach of forming each class so that the configuration of the magnetic pole part of each class may be decided at the time of formation of each class.

[0029] Moreover, by the approach of etching four layers collectively, while etching takes much time amount, there is a trouble that it is difficult to determine the configuration of the magnetic pole part of four layers with a sufficient precision.

[0030] Moreover, in the conventional thin film magnetic head, there was a trouble that it was difficult to shorten magnetic-path length (Yoke Length). That is, the recording head which could realize the short head of magnetic-path length and was excellent in especially the high frequency property could be formed so that the coil pitch was small, but when a coil pitch was made small infinite, the distance from a throat height zero location (location of the edge by the side of the air bearing side of the insulating layer which determines throat height) to the periphery edge of a coil had become the big factor which bars shortening magnetic-path length. Since magnetic-path length can do the two-layer coil short rather than the coil of one layer, it has adopted the two-layer coil in the recording head for many RFs. However, by the conventional magnetic head, after forming the coil of the 1st layer, in order to form the insulator layer between coils, the photoresist film is formed by the thickness of about 2 micrometers. Therefore, the small apex roundish [wore] is formed in the periphery edge of the coil of the 1st layer. Next, although the coil of a two-layer eye is formed on it, since etching of the seed layer of a coil cannot be performed but a coil short-circuits by the ramp of the apex section in that case, it is necessary to form the coil of a two-layer eye in a flat part.

[0031] When follow, for example, thickness of a coil is set to 2-3 micrometers, thickness of the insulator layer between coils is set to 2 micrometers and an apex angle type is made into 45 degrees - 55 degrees, as magnetic-path length Twice with a distance of 3-4 micrometers which is the distance of a up to [from the periphery edge of a coil] near the throat height zero location in addition to the die length of the part corresponding to a coil (3-4 micrometers also of distance from the contact section of an up magnetic pole layer and a lower magnetic pole layer to a coil inner circumference edge are also required.) 6-8 micrometers is required. Die length other than the part corresponding to this coil had become the factor which bars contraction of magnetic-path length.

[0032] Here, the case where the 11-volume coil whose tooth space the line breadth of a coil is 1.2 micrometers and is 0.8 micrometers is formed by two-layer is considered. In this case, as shown in drawing 12 , when it makes the 1st layer into six volumes and a two-layer eye is made into five volumes, the die length of the part corresponding to the coil 112 of the 1st layer is 11.2 micrometers among magnetic-path length. Die length of a total of six -8 micrometers is needed for magnetic-path length as a distance to the edge of the photoresist layer 113 for insulating the coil 112 of the 1st layer from the periphery edge and inner circumference edge of a coil 112 of the 1st layer. Therefore, magnetic-path length is set to 17.2-19.2 micrometers. Moreover, if a 11-volume coil is formed by one layer, magnetic-path length is set to 27.2-29.2 micrometers. In addition, as the sign L0 showed magnetic-path length in drawing 12 , the die length of the part except the magnetic pole part of the magnetic pole layers and a contact part expresses with this application. Thus, conventionally, contraction of magnetic-path length is difficult and this had barred the improvement of a RF property.

[0033] that by which this invention was made in view of this trouble — it is — the 1st purpose — an induction type — electromagnetism — while being able to form the magnetic pole part of a sensing element with a sufficient precision, it is in offering the thin film magnetic head which enabled it to prevent the writing of the data to fields other than the field which should be recorded, and its manufacture approach.

[0034] The 2nd purpose of this invention is to offer the thin film magnetic head which enabled contraction of magnetic-path length, and its manufacture approach in addition to the 1st purpose of the above.

[0035]

[Means for Solving the Problem] The 1st and 2nd magnetic layers which contain at least one layer including the magnetic pole part which the thin film magnetic head of this invention is magnetically connected with the medium opposed face which counters a record medium mutually, and counters a medium opposed face side mutually, respectively. At least the gap layer prepared between the magnetic pole part of the 1st magnetic layer and the magnetic pole part of the 2nd magnetic layer and a part between the 1st and 2nd magnetic layers It is the thin film magnetic head equipped with the thin film coil prepared in the condition of having insulated to the 1st and 2nd magnetic layers. The 1st magnetic layer The magnetic pole partial layer which one field adjoins a gap layer and contains the magnetic pole part in the 1st magnetic layer, Connect with the field of another side of a magnetic pole partial layer, and it has a York partial layer used as the York part in the 1st magnetic layer. The edge by the side of the medium opposed face of a York partial layer is arranged in the location distant from the medium opposed face, some thin film coils [at least] are arranged in the side of a magnetic pole partial layer, and the 2nd magnetic layer

consists of one layer which has the part which specifies the width of recording track.

[0036] The medium opposed face to which the manufacture approach of the thin film magnetic head of this invention counters a record medium, The 1st and 2nd magnetic layers which contain at least one layer including the magnetic pole part which each other is connected magnetically and counters a medium opposed face side mutually, respectively, At least the gap layer prepared between the magnetic pole part of the 1st magnetic layer and the magnetic pole part of the 2nd magnetic layer and a part between the 1st and 2nd magnetic layers The process which is the approach of manufacturing the thin film magnetic head equipped with the thin film coil prepared in the condition of having insulated to the 1st and 2nd magnetic layers, and forms the 1st magnetic layer, At least the process which forms a gap layer on the 1st magnetic layer, the process which forms the 2nd magnetic layer on a gap layer, and a part between the 1st and 2nd magnetic layers The process which is equipped with the process which forms a thin film coil, and forms the 1st magnetic layer so that it may be arranged in the condition of having insulated to these 1st and 2nd magnetic layers The magnetic pole partial layer which one field adjoins a gap layer and contains the magnetic pole part in the 1st magnetic layer, Connect with the field of another side of a magnetic pole partial layer, and the York partial layer used as the York part in the 1st magnetic layer is formed. And the process which arranges the edge by the side of the medium opposed face of a York partial layer in the location distant from the medium opposed face, and forms a thin film coil arranges some thin film coils [at least] to the side of a magnetic pole partial layer, and the 2nd magnetic layer consists of one layer which has the part which specifies the width of recording track.

[0037] Since the 1st magnetic layer has a magnetic pole partial layer and a York partial layer and the edge by the side of the medium opposed face of a York partial layer is arranged in the location distant from the medium opposed face by the thin film magnetic head or its manufacture approach of this invention, it is possible to form the magnetic pole partial layer of the 1st magnetic layer with a sufficient precision. Moreover, by this invention, since some thin film coils [at least] are arranged in the side of a magnetic pole partial layer, the 2nd magnetic layer which consists of one layer can be formed in the near condition evenly or evenly. In these things to this invention, it becomes possible to form a magnetic pole part with a sufficient precision. Moreover, in this invention, since the edge by the side of the medium opposed face of a York partial layer is arranged in the location distant from the medium opposed face, the writing of the data to fields other than the field which should be recorded is prevented.

[0038] In the thin film magnetic head or its manufacture approach of this invention, the magnetic pole partial layer may contain the part which has the width of face equal to the width of recording track by which the end has been arranged at the medium opposed face.

[0039] Moreover, in the thin film magnetic head or its manufacture approach of this invention, the 2nd part into which a medium opposed face is arranged in the opposite side, and has larger width of face than the width of recording track may be included rather than the 1st part into which an end is arranged at a medium opposed face and a magnetic pole partial layer has width of face equal to the width of recording track, and the 1st part.

[0040] Moreover, in the thin film magnetic head or its manufacture approach of this invention, some thin film coils [at least] arranged in the side of a magnetic pole partial layer may be covered, and the coil insulation layer to which flattening of the field by the side of a gap layer was carried out with the field by the side of the gap layer in a magnetic pole partial layer may be prepared.

[0041]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained to a detail with reference to a drawing.

[the gestalt of the 1st operation] — with reference to drawing 1 thru/or drawing 7, the thin film magnetic head concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention and its manufacture approach are explained first. In addition, in drawing 1 thru/or drawing 6, (a) shows a cross section perpendicular to an air bearing side, and (b) shows the cross section parallel to the air bearing side of a magnetic pole part.

[0042] By the manufacture approach of the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation, first, as shown in drawing 1, the insulating layer 2 which consists of an alumina (aluminum 2O3) is deposited by the thickness of about 5 micrometers on the substrate 1 which consists of ARUTIKKU (aluminum 2O3, TiC). Next, the lower shielding layer 3 for the reproducing heads which consists of a magnetic material, for example, a permalloy, is formed on an insulating layer 2 at the thickness of about 3 micrometers. The lower shielding layer 3 uses for example, the photoresist film as a mask, and forms it alternatively on an insulating layer 2 by the galvanizing method. Next, it grinds until it forms in the thickness of 4-5 micrometers the insulating layer 31 which consists of an alumina, for example, the lower shielding layer 3 is exposed to the whole with chemical machinery polish (it is hereafter described as CMP.), and flattening processing of the front face is carried out.

[0043] Next, the lower shielding gap film 4 as an insulator layer is formed on the lower shielding layer 3 at the thickness of about 20-40nm. Next, the MR component 5 for playback is formed on the lower shielding gap film 4 at the thickness of dozens of nm. The MR component 5 is formed by etching alternatively MR film formed by the spatter. In addition, the component using the magnetosensitive film in which magneto-resistive effects, such as the AMR component, a GMR component, or a TMR (tunnel magneto-resistive effect) component, are shown can be used for the MR component 5. Next, the electrode layer 6 of the pair electrically connected to the MR component 5 is formed on the lower shielding gap film 4 at the thickness of dozens of nm. Next, the up shielding gap film 7 as an insulator layer is formed on the lower shielding gap film 4 and the MR component 5 at the thickness of about 20-40nm, and the MR component 5 is laid underground in the shielding gap film 4 and 7. As an insulating material used for the shielding gap film 4 and 7, there are an alumina, aluminium nitride, diamond-like carbon (DLC), etc. moreover,

the shielding gap film 4 and 7 — a spatter — you may form — chemical vapor growth (CVD) — you may form by law. In forming the shielding gap film 4 and 7 which consists of alumina film with a CVD method, as an ingredient, it uses trimethylaluminum (aluminum3 (CH₃)) and H₂O. If a CVD method is used, it will become it is thin, and is precise and possible to form little shielding gap film 4 and 7 of a pinhole.

[0044] Next, the up shielding layer 8 for the reproducing heads which consists of a magnetic material, for example, a permalloy, is alternatively formed by the thickness of 1.0 micrometers on the up shielding gap film 7. Next, it grinds until it forms in the thickness of about 2–3 micrometers the insulating layer 32 which consists of an alumina, for example, the up shielding layer 8 is exposed to the whole with CMP, and flattening processing of the front face is carried out.

[0045] Next, the insulator layer 9 which consists of an alumina in order to insulate the reproducing head and a recording head magnetically is formed on the up shielding layer 8 and an insulating layer 32 at the thickness of 0.1–0.2 micrometers.

[0046] Next, as shown in drawing 2, York partial layer 10b which becomes the York part in the lower magnetic pole layer 10 for recording heads with a magnetic material is alternatively formed by the thickness of 1.0–1.5 micrometers on an insulator layer 9. In addition, the lower magnetic pole layer 10 consists of this York partial layer 10b, and magnetic pole partial layer 10a and connection partial layer 10c which are mentioned later. The edge by the side of the air bearing side 30 of York partial layer 10b is arranged in the location distant from the air bearing side 30.

[0047] Using NiFe (nickel:80 % of the weight, Fe:20 % of the weight), NiFe (nickel:45 % of the weight, Fe:55 % of the weight) which is a high saturation-magnetic-flux-density ingredient, York partial layer 10b may be formed by the galvanizing method, and may be formed by the spatter using ingredients, such as FeN, FeZrN, etc. which are a high saturation-magnetic-flux-density ingredient. In addition, CoFe, Co system amorphous material, etc. which are a high saturation-magnetic-flux-density ingredient may be used.

[0048] Next, it grinds until it forms in the thickness of about 2–3 micrometers the insulating layer which consists of an alumina, for example, York partial layer 10b is exposed to the whole with CMP, and flattening processing of the front face is carried out. Thereby, as shown in drawing 2, in the part from the edge by the side of the air bearing side 30 of York partial layer 10b to the air bearing side 30, an insulating layer 11 is formed on an insulator layer 9.

[0049] Next, as shown in drawing 3, while forming magnetic pole partial layer 10a of the lower magnetic pole layer 10 on an insulating layer 11 and York partial layer 10b, connection partial layer 10c is formed on York partial layer 10b. Magnetic pole partial layer 10a contains the magnetic pole part in the lower magnetic pole layer 10. Connection partial layer 10c is arranged in the location near the core of the thin film coil mentioned later. Thickness of magnetic pole partial layer 10a and connection partial layer 10c is set to 1.0–1.5 micrometers.

[0050] Using NiFe (nickel:80 % of the weight, Fe:20 % of the weight), NiFe (nickel:45 % of the weight, Fe:55 % of the weight) which is a high saturation-magnetic-flux-density ingredient, magnetic pole partial layer 10a of the lower magnetic pole layer 10 and connection partial layer 10c may be formed by the galvanizing method, and may be formed by the spatter using ingredients, such as FeN, FeZrN, etc. which are a high saturation-magnetic-flux-density ingredient. In addition, CoFe, Co system amorphous material, etc. which are a high saturation-magnetic-flux-density ingredient may be used.

[0051] Next, as shown in drawing 4, the insulator layer 12 which consists of an alumina is formed in the whole at the thickness of about 0.3–0.5 micrometers. Next, the thin film coil 13 which consists of copper is formed by the frame galvanizing method on an insulator layer 12 at the thickness of 0.8–1.0 micrometers. The thin film coil 13 is formed so that it may be wound focusing on connection partial layer 10c. In addition, sign 13a shows among drawing the connection for connecting with the lead layer 19 which mentions the thin film coil 13 later. Next, a photoresist layer 14 is formed so that the thin film coil 13 may be enclosed.

[0052] Next, the coil insulation layer 15 which consists of an alumina is formed in the whole by the thickness of about 3–4 micrometers. Next, for example by CMP, the coil insulation layer 15 is ground and flattening processing of the front face is carried out until magnetic pole partial layer 10a of the lower magnetic pole layer 10 and connection partial layer 10c are exposed. Although drawing 4 has not exposed the thin film coil 13, you may make it the thin film coil 13 expose it here.

[0053] Next, as shown in drawing 5, the insulating layer 16 which consists of an alumina in order to specify throat height on the whole except the part from the location which only a predetermined distance separated from the air bearing side 30 to the air bearing side 30 is formed in the thickness of 0.8 micrometers.

[0054] Next, the record gap layer 17 which becomes the whole from an insulating material is formed in the thickness of 0.1–0.15 micrometers. Generally as an insulating material used for the record gap layer 17, there are an alumina, aluminum nitride, a silicon oxide system ingredient, a silicon nitride system ingredient, diamond-like carbon (DLC), etc. moreover, the record gap layer 17 — a spatter — you may form — chemical vapor growth (CVD) — you may form by law. In forming the record gap layer 17 which consists of alumina film with a CVD method, as an ingredient, it uses trimethylaluminum (aluminum3 (CH₃)) and H₂O. If a CVD method is used, it will become it is thin, and is precise and possible to form few record gap layers 17 of a pinhole.

[0055] Next, in the part on connection partial layer 10c of the lower magnetic pole layer 10, and the part on connection 13a of the thin film coil 13, the record gap layer 17 and an insulating layer 16 are etched partially, and a contact hole is formed.

[0056] Next, as shown in drawing 6, while applying to the part on connection partial layer 10c of the lower magnetic pole layer 10 from the air bearing side 30 and forming the up magnetic pole layer 18 on the record gap layer 17 at

the thickness of 2.0–3.0 micrometers, the lead layer 19 is formed in the thickness of 3–4 micrometers so that it may connect with connection 13a of the thin film coil 13. The up magnetic pole layer 18 is connected to connection partial layer 10c of the lower magnetic pole layer 10.

[0057] Using NiFe (nickel:80 % of the weight, Fe:20 % of the weight), NiFe (nickel:45 % of the weight, Fe:55 % of the weight) which is a high saturation-magnetic-flux-density ingredient, the up magnetic pole layer 18 may be formed by the galvanizing method, and may be formed by the spatter using ingredients, such as FeN, FeZrN, etc. which are a high saturation-magnetic-flux-density ingredient. In addition, CoFe, Co system amorphous material, etc. which are a high saturation-magnetic-flux-density ingredient may be used. Moreover, it is good also as structure which laid the insulator layer of an inorganic system, and magnetic layers, such as a permalloy, on top of many layers for the up magnetic pole layer 18 because of an improvement of a RF property.

[0058] Next, in the circumference of the magnetic pole part of the up magnetic pole layer 18, the record gap layer 17 is alternatively etched by dry etching by using the up magnetic pole layer 18 as a mask. Reactive ion etching (it is hereafter described as RIE.) which used gas, such as chlorine-based gas of BCI₂ and Cl₂ grade and fluorine system gas of CF₄ and SF₆ grade, is used for the dry etching at this time. Next, it is around the magnetic pole part of the up magnetic pole layer 18, and by using the up magnetic pole layer 18 as a mask, by the ion milling using argon system gas, about about 0.3–0.6 micrometers magnetic pole partial layer 10a of the lower magnetic pole layer 10 is etched alternatively, and it considers as trim structure as shown in drawing 6 (b). According to this trim structure, the increment in the effective width of recording track by the breadth of the magnetic flux generated at the time of the writing of a narrow track can be prevented.

[0059] Next, the overcoat layer 20 which consists of an alumina is formed in the thickness of 20–40 micrometers, flattening of the front face is carried out to the whole, and the pad for electrodes which is not illustrated is formed on it. Finally polish processing of the slider containing above-mentioned each class is performed, the air bearing side 30 of the thin film magnetic head containing a recording head and the reproducing head is formed, and the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation is completed.

[0060] Drawing 7 is a perspective view in which it is shown near the magnetic pole parts of the lower magnetic pole layer 10 in the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation, and the up magnetic pole layer 18.

[0061] With the gestalt of this operation, the lower magnetic pole layer 10 is equivalent to the 1st magnetic layer in this invention, and the up magnetic pole layer 18 is equivalent to the 2nd magnetic layer in this invention.

[0062] As explained above, the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation is equipped with the medium opposed face (air bearing side 30) which counters a record medium, the reproducing head, and a recording head (induction type electromagnetism sensing element). The reproducing head and a recording head are magnetically insulated by the insulator layer 9.

[0063] The reproducing head is arranged so that the MR component 5 and the part by the side of the air bearing side 30 may counter on both sides of the MR component 5, and it has the lower shielding layer 3 and the up shielding layer 8 which shield the MR component 5.

[0064] The lower magnetic pole layer 10 and the up magnetic pole layer 18 which contain at least one layer including the magnetic pole part which the recording head of each other is connected magnetically and counters the air bearing side 30 side mutually, respectively. It has the record gap layer 17 prepared between each magnetic pole part of these two magnetic pole layers 10 and 18, and the thin film coil 13 with which the part [at least] was arranged in the condition of having insulated to two magnetic pole layers 10 and 18 between these two magnetic pole layers 10 and 18.

[0065] One field (top face) adjoins the record gap layer 17, it connects with the field (inferior surface of tongue) of another side of magnetic pole partial layer 10a containing the magnetic pole part in the lower magnetic pole layer 10, and magnetic pole partial layer 10a, and the lower magnetic pole layer 10 has York partial layer 10b used as the York part in the lower magnetic pole layer 10. The edge by the side of the air bearing side 30 of York partial layer 10b is arranged in the location distant from the air bearing side 30. The insulating layer 11 is arranged at the part from the edge by the side of the air bearing side 30 of York partial layer 10b to the air bearing side 30. The up magnetic pole layer 18 consists of one layer which has the part which specifies the width of recording track.

[0066] Moreover, as shown in drawing 7, an end is arranged in the air bearing side 30, and magnetic pole partial layer 10a in the lower magnetic pole layer 10 contains the 2nd part ten a2 into which the air bearing side 30 is arranged in the opposite side, and has larger width of face than recording track width of face rather than the 1st part ten a1 which has width of face at least with a part equal to recording track width of face, and the 1st part ten a1.

[0067] The up magnetic pole layer 18 has the 1st partial 18A arranged sequentially from the air bearing side 30 side, the 2nd partial 18B, and 3rd partial 18C. The width of face of 1st partial 18A is equal to recording track width of face, the width of face of 2nd partial 18B is larger than the width of face of 1st partial 18A, and the width of face of 3rd partial 18C is larger than the width of face of 2nd partial 18B. Therefore the width of face of 3rd partial 18C approaches the air bearing side 30, it is becoming small gradually.

[0068] Moreover, the thin film coil 13 is arranged in the side of magnetic pole partial layer 10a of the lower magnetic pole layer 10. The thin film coil 13 is covered with a photoresist layer 14 and the coil insulation layer 15, and flattening of the top face of the coil insulation layer 15 is carried out with the top face of magnetic pole partial layer 10a.

[0069] As explained above, with the gestalt of this operation, the lower magnetic pole layer 10 has magnetic pole partial layer 10a and York partial layer 10b. Therefore, according to the gestalt of this operation, it becomes possible

to form minutely magnetic pole partial layer 10a containing a magnetic pole part with a sufficient precision. Moreover, with the gestalt of this operation, the thin film coil 13 is arranged to the side of magnetic pole partial layer 10a of the lower magnetic pole layer 10, flattening of the top face of the wrap coil insulation layer 15 is carried out for the thin film coil 13 with the top face of magnetic pole partial layer 10a of the lower magnetic pole layer 10, and the up magnetic pole layer 18 is formed through an insulating layer 16 and the record gap layer 17 on this field by which flattening was carried out. Therefore, according to the gestalt of this operation, it becomes possible to form minutely the up magnetic pole layer 18 which can form evenly or evenly the up magnetic pole layer 18 which consists of one layer in the near condition, consequently contains a magnetic pole part with a sufficient precision.

[0070] Moreover, with the gestalt of this operation, the edge by the side of the air bearing side 30 of York partial layer 10b of the lower magnetic pole layer 10 is arranged in the location distant from the air bearing side 30.

Therefore, when the width of face of the magnetic pole part of the up magnetic pole layer 18 and the width of face of the magnetic pole part of the lower magnetic pole layer 10 in the air bearing side 30 are made equal with the gestalt of this operation, What is necessary is not to be about three layers of magnetic pole partial layer 10a of the up magnetic pole layer 18 and a lower magnetic pole layer, and York partial layer 10b, and to make equal width of face of a magnetic pole part only about two layers of the up magnetic pole layer 18 and magnetic pole partial layer 10a. Therefore, according to the gestalt of this operation, it can perform making equal width of face of the magnetic pole part of the up magnetic pole layer 18, and width of face of the magnetic pole part of the lower magnetic pole layer 10 with an easily and sufficient precision.

[0071] According to the gestalt of this operation from the above thing, it becomes possible to form the magnetic pole part of a recording head (induction type electromagnetism sensing element) with a sufficient precision.

[0072] Moreover, since the edge by the side of the air bearing side 30 of York partial layer 10b has been arranged in the location distant from the air bearing side 30 according to the gestalt of this operation, the writing of the data to fields other than the field which should be recorded, i.e., a side light, can be prevented.

[0073] By the way, by the compound-die thin film magnetic head of structure by which the lower magnetic pole layer of a recording head served as the up shielding layer of the reproducing head, the trouble that a noise occurred or fluctuation of a regenerative signal became large was in the regenerative signal in the reproducing head immediately after the record actuation in a recording head conventionally. It is thought that one of the cause of the is the remnant magnetism generated in a recording head side with record actuation of a recording head and its fluctuation.

[0074] On the other hand, with the gestalt of this operation, while separating the up shielding layer 8 of the reproducing head, and the lower magnetic pole layer 10 of a recording head, the insulator layer 9 is arranged among these. Thereby, the effect to the MR component 5 of the remnant magnetism generated in a recording head side can be reduced. Furthermore, with the gestalt of this operation, since the edge by the side of the air bearing side 30 of York partial layer 10b of the lower magnetic pole layer 10 is arranged in the location distant from the air bearing side 30 and the insulating layer 11 is arranged into the part from the edge by the side of the air bearing side 30 of York partial layer 10b to the air bearing side 30, between the magnetic pole part of a recording head and the MR components 5 of the reproducing head is magnetically separable with an insulating layer 11. Consequently, according to the gestalt of this operation, the effect to the MR component 5 of the remnant magnetism generated in a recording head side can be further reduced by the insulating layer 11. Therefore, according to the gestalt of this operation, the noise and fluctuation which originate in record actuation of a recording head and are generated in the regenerative signal in the reproducing head can be reduced.

[0075] Moreover, with the gestalt of this operation, the thin film coil 13 is arranged to the side of magnetic pole partial layer 10a of the lower magnetic pole layer 10, and it forms on the flat insulator layer 12. Therefore, according to the gestalt of this operation, it becomes possible to form the thin film coil 13 with a sufficient precision minutely. Moreover, according to the gestalt of this operation, the edge of the thin film coil 13 can be arranged near the edge of the opposite side in the air bearing side 30 of magnetic pole partial layer 10a. According to the gestalt of this operation from these things, compared with the former, it becomes reducible [magnetic-path length]. Furthermore, it can prevent that the magnetomotive force generated with the thin film coil 13 is saturated on the way, and the magnetomotive force generated with the thin film coil 13 can be efficiently used for record. Therefore, according to the gestalt of this operation, it becomes possible to offer the thin film magnetic head which was excellent in the over-writing property which are the high frequency property of a recording head, a nonlinear transition shift (Non-linear Transition Shift;NLTS), and a property in the case of carrying out overwrite.

[0076] Moreover, with the gestalt of this operation, the thin film coil 13 is arranged to the side of magnetic pole partial layer 10a of the lower magnetic pole layer 10, and flattening of the top face of the wrap coil insulation layer 15 is carried out for the thin film coil 13 with the top face of magnetic pole partial layer 10a. Therefore, according to the gestalt of this operation, it becomes possible to form the layer which adjoins the coil insulation layer 15 with a sufficient precision.

[0077] Moreover, with the gestalt of this operation, since the thin film coil 13 has been arranged to the side of magnetic pole partial layer 10a of the lower magnetic pole layer 10, the up magnetic pole layer 18 can consist of one almost flat layer. Therefore, according to the gestalt of this operation, a man day can be reduced compared with the case where an up magnetic pole layer is constituted from two or more layers.

[0078] With reference to [the gestalt of the 2nd operation], next drawing 8, the thin film magnetic head concerning the gestalt of operation of the 2nd of this invention and its manufacture approach are explained. Drawing 8 shows the configuration of the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation, (a) shows a cross section

perpendicular to an air bearing side, and (b) shows the cross section parallel to the air bearing side of a magnetic pole part.

[0079] With the gestalt of this operation, as shown in drawing 8 (b), the width of face of the up magnetic pole layer 18 and the width of face of magnetic pole partial layer 10a in the air bearing side 30 are made equal covering the whole thickness direction. Thus, the approach of etching the record gap layer 17 and magnetic pole partial layer 10a by using the up magnetic pole layer 18 as a mask as an approach of making both width of face equal may be used, and the approach of etching the up magnetic pole layer 18, the record gap layer 17, and magnetic pole partial layer 10a by using as a mask the mask layer formed on the up magnetic pole layer 18 may be used. As the etching approach, RIE is used, for example. Moreover, a mask layer forms the metal layer by which patterning was carried out on for example, an alumina layer, and is formed by etching an alumina layer by RIE by using this metal layer as a mask.

[0080] Moreover, you may make it etch magnetic pole partial layer 10a of the up magnetic pole layer 18, the record gap layer 17, and the lower magnetic pole layer 10 by the focused ion beam in the gestalt of this operation.

[0081] The configuration of others in the gestalt of this operation, an operation, and effectiveness are the same as the gestalt of the 1st operation.

[0082] This invention is not limited to the gestalt of each above-mentioned implementation, but various modification is possible for it. the gestalt of each above-mentioned implementation for example, — a base side — reading — MR component of business — forming — the induction type for writing to a it top — electromagnetism — although the thin film magnetic head of the structure which carried out the laminating of the sensing element was explained, it is good even if reverse in this built-up sequence.

[0083] that is, a base side — writing in — the induction type of business — electromagnetism — a sensing element may be formed and MR component for reading may be formed on it. Such structure is realizable by forming in a base side by using as a lower magnetic pole layer the magnetic film which has the function of the up magnetic pole layer shown in the gestalt of the above-mentioned implementation for example, and forming the magnetic film which has the function of the lower magnetic pole layer it was indicated to the gestalt of the above-mentioned implementation that countered it as an up magnetic pole layer through the record gap film.

[0084] moreover, this invention — an induction type — electromagnetism — the thin film magnetic head equipped only with the sensing element only for records, and an induction type — electromagnetism — it is applicable also to the thin film magnetic head which performs record and playback by the sensing element.

[0085] [Effect of the Invention] As explained above, according to the manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 1 to 4 or the thin film magnetic head according to claim 5 to 8 Since the 1st magnetic layer has a magnetic pole partial layer and a York partial layer and the edge by the side of the medium opposed face of a York partial layer is arranged in the location distant from the medium opposed face, it is possible to form the magnetic pole partial layer of the 1st magnetic layer with a sufficient precision. Moreover, according to this invention, since some thin film coils [at least] are arranged in the side of a magnetic pole partial layer, the 2nd magnetic layer which consists of one layer can be formed in the near condition evenly or evenly. according to this invention from these things — an induction type — electromagnetism — the effectiveness of becoming possible to form the magnetic pole part of a sensing element with a sufficient precision is done so. Moreover, since the edge by the side of the medium opposed face of a York partial layer is arranged in the location distant from the medium opposed face according to this invention, the effectiveness that the writing of the data to fields other than the field which should be recorded can be prevented is done so.

[0086] Moreover, since the coil insulation layer to which some thin film coils [at least] arranged in the side of a magnetic pole partial layer were covered, and flattening of the field by the side of a gap layer was carried out with the field by the side of the gap layer in a magnetic pole partial layer was prepared according to the manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 4 or the thin film magnetic head according to claim 8, the effectiveness of becoming possible to form the layer which adjoins a coil insulation layer with a sufficient precision is done so.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a sectional view for explaining one process in the manufacture approach of the thin film magnetic head concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 2] It is a sectional view for explaining the process following drawing 1.

[Drawing 3] It is a sectional view for explaining the process following drawing 2.

[Drawing 4] It is a sectional view for explaining the process following drawing 3.

[Drawing 5] It is a sectional view for explaining the process following drawing 4.

[Drawing 6] It is the sectional view of the thin film magnetic head concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 7] It is the perspective view in which it is shown near the magnetic pole parts of the lower magnetic pole layer in the thin film magnetic head concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention, and an up magnetic pole layer.

[Drawing 8] It is the sectional view of the thin film magnetic head concerning the gestalt of operation of the 2nd of this invention.

[Drawing 9] It is a sectional view for explaining one process in the manufacture approach of the conventional thin film magnetic head.

[Drawing 10] It is a sectional view for explaining the process following drawing 9.

[Drawing 11] It is a sectional view for explaining the process following drawing 10.

[Drawing 12] It is a sectional view for explaining the process following drawing 11.

[Drawing 13] It is the top view of the conventional magnetic head.

[Description of Notations]

1 — substrate, 2 — insulating layer, and 3 — a lower shielding layer, a 5 —MR component, a 8 — up shielding layer, and 9 — an insulator layer, a 10 — lower magnetic pole layer, a 10a— magnetic pole partial layer, and 10b— a York partial layer, 11 — insulating layer, 13 — thin film coil, and 15 — a coil insulation layer, 16 — insulating layer, 17 — record gap layer, and 18 — an up magnetic pole layer, 20 — overcoat layer, and 30 — air bearing side.

[Translation done.]



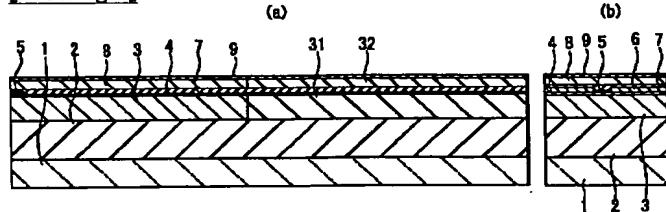
* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

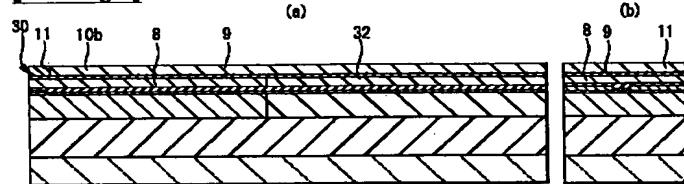
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

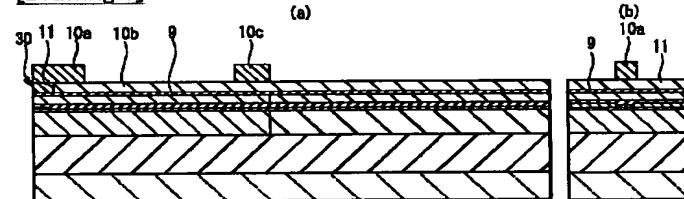
[Drawing 1]



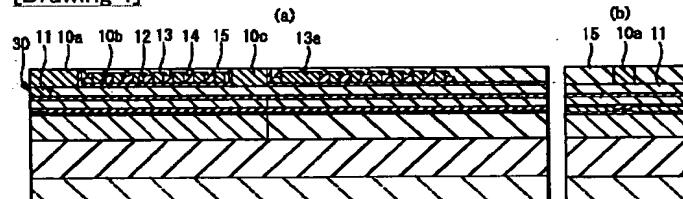
[Drawing 2]



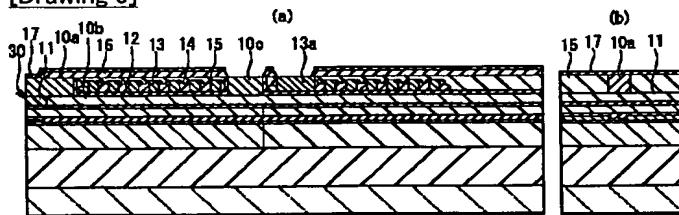
[Drawing 3]



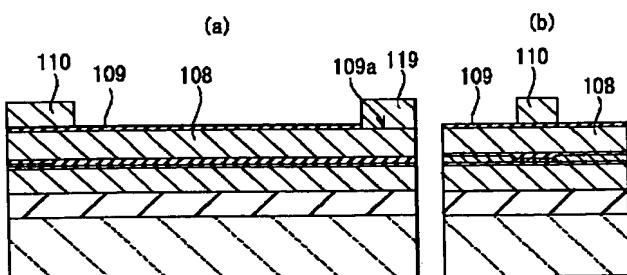
[Drawing 4]



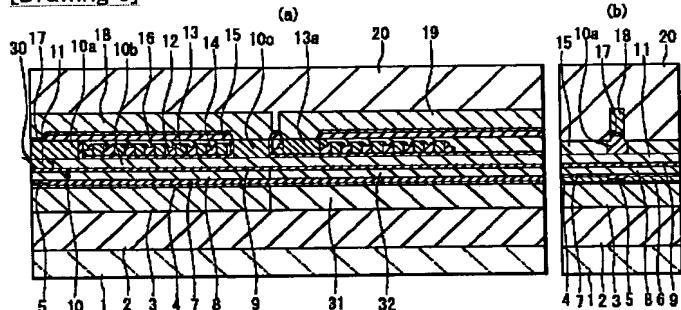
[Drawing 5]



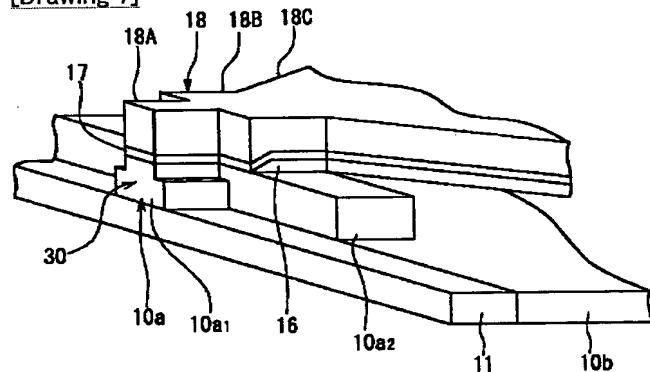
[Drawing 10]



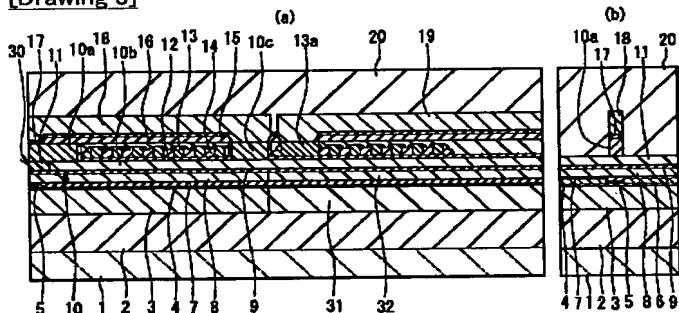
[Drawing 6]



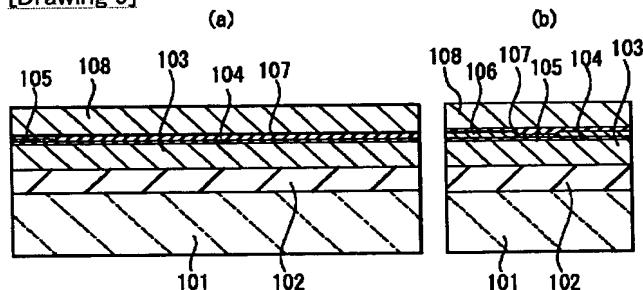
[Drawing 7]



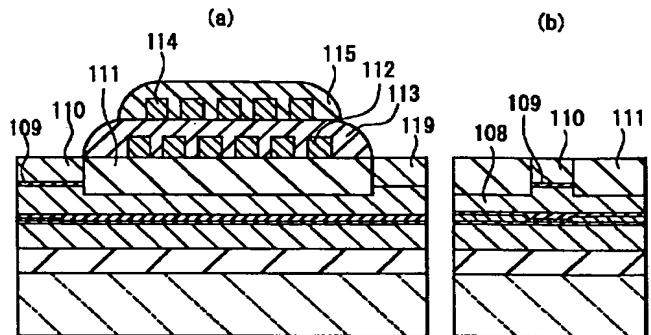
[Drawing 8]



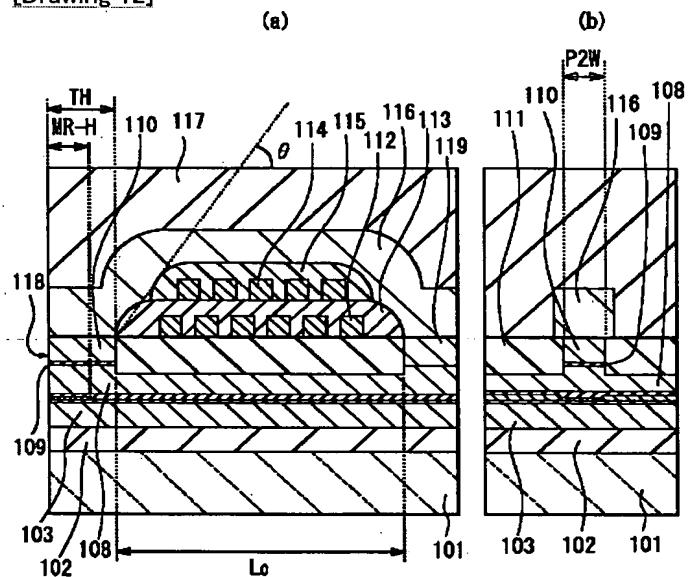
[Drawing 9]



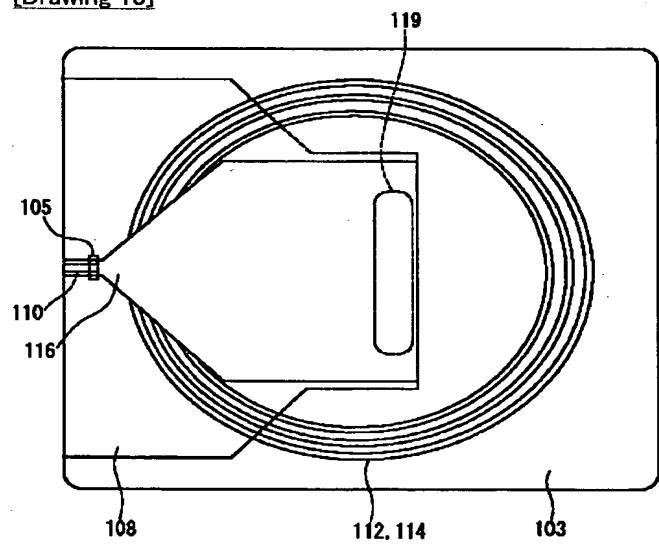
[Drawing 11]



[Drawing 12]



[Drawing 13]



[Translation done.]



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-8207

(P2002-8207A)

(43)公開日 平成14年1月11日 (2002.1.11)

(51)Int.Cl.
G 11 B 5/31

識別記号

F I
G 11 B 5/31テマコード(参考)
C 5D033
D
F

審査請求 未請求 請求項の数8 OL (全12頁)

(21)出願番号 特願2000-186296(P2000-186296)

(22)出願日 平成12年6月21日 (2000.6.21)

(71)出願人 000003067
 ティーディーケイ株式会社
 東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72)発明者 佐々木 芳高
 東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティー
 ディーケイ株式会社内

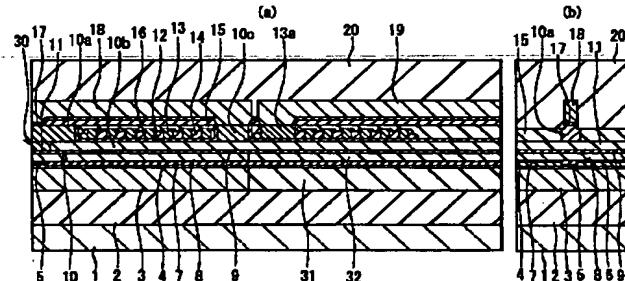
(74)代理人 100107559
 弁理士 星宮 勝美
 Fターム(参考) SD033 BA08 BA12 BA13 BA41 CA02
 CA05 DA02 DA07 DA31

(54)【発明の名称】薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法

(57)【要約】

【課題】誘導型電磁変換素子の磁極部分を精度よく形成すると共に、記録すべき領域以外の領域へのデータの書き込みを防止する。

【解決手段】記録ヘッドは、下部磁極層10および上部磁極層18と、磁極層10, 18の各磁極部分の間に設けられた記録ギャップ層17と、少なくとも一部が磁極層10, 18の間に、2つの磁極層10, 18に対して絶縁された状態で配設された薄膜コイル13とを有している。下部磁極層10は、磁極部分層10aとヨーク部分層10bとを有している。ヨーク部分層10bのエアベーリング面30側の端部はエアベーリング面30から離れた位置に配置されている。薄膜コイル13は、磁極部分層10aの側方に配置されている。上部磁極層18は1つの層で構成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 記録媒体に対向する媒体対向面と、互いに磁気的に連結され、前記媒体対向面側において互いに對向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも 1 つの層を含む第 1 および第 2 の磁性層と、前記第 1 の磁性層の磁極部分と前記第 2 の磁性層の磁極部分との間に設けられたギャップ層と、少なくとも一部が前記第 1 および第 2 の磁性層の間に、前記第 1 および第 2 の磁性層に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイルとを備えた薄膜磁気ヘッドであって、

前記第 1 の磁性層は、一方の面が前記ギャップ層に隣接し、第 1 の磁性層における磁極部分を含む磁極部分層と、前記磁極部分層の他方の面に接続され、第 1 の磁性層におけるヨーク部分となるヨーク部分層とを有し、前記ヨーク部分層の媒体対向面側の端部は媒体対向面から離れた位置に配置され、

前記薄膜コイルの少なくとも一部は前記磁極部分層の側方に配置され、

前記第 2 の磁性層は、トラック幅を規定する部分を有する 1 つの層からなることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 2】 前記磁極部分層は、一端が媒体対向面に配置された、トラック幅に等しい幅を有する部分を含むことを特徴とする請求項 1 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 3】 前記磁極部分層は、一端が媒体対向面に配置され、トラック幅に等しい幅を有する第 1 の部分と、前記第 1 の部分よりも媒体対向面とは反対側に配置され、トラック幅よりも大きい幅を有する第 2 の部分とを含むことを特徴とする請求項 1 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 4】 更に、前記磁極部分層の側方に配置された薄膜コイルの少なくとも一部を覆い、前記ギャップ層側の面が前記磁極部分層におけるギャップ層側の面と共に平坦化されたコイル絶縁層を備えたことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 5】 記録媒体に対向する媒体対向面と、互いに磁気的に連結され、前記媒体対向面側において互いに對向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも 1 つの層を含む第 1 および第 2 の磁性層と、前記第 1 の磁性層の磁極部分と前記第 2 の磁性層の磁極部分との間に設けられたギャップ層と、少なくとも一部が前記第 1 および第 2 の磁性層の間に、前記第 1 および第 2 の磁性層に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイルとを備えた薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、

前記第 1 の磁性層を形成する工程と、

前記第 1 の磁性層の上に前記ギャップ層を形成する工程と、

前記ギャップ層の上に前記第 2 の磁性層を形成する工程と、

少なくとも一部が前記第 1 および第 2 の磁性層の間に、この第 1 および第 2 の磁性層に対して絶縁された状態で

配置されるように、前記薄膜コイルを形成する工程とを備え、

前記第 1 の磁性層を形成する工程は、一方の面が前記ギャップ層に隣接し、第 1 の磁性層における磁極部分を含む磁極部分層と、前記磁極部分層の他方の面に接続され、第 1 の磁性層におけるヨーク部分となるヨーク部分層とを形成し、且つ前記ヨーク部分層の媒体対向面側の端部を媒体対向面から離れた位置に配置し、

前記薄膜コイルを形成する工程は、前記薄膜コイルの少なくとも一部を前記磁極部分層の側方に配置し、

前記第 2 の磁性層は、トラック幅を規定する部分を有する 1 つの層からなることを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 6】 前記磁極部分層は、一端が媒体対向面に配置された、トラック幅に等しい幅を有する部分を含むことを特徴とする請求項 5 記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 7】 前記磁極部分層は、一端が媒体対向面に配置され、トラック幅に等しい幅を有する第 1 の部分と、前記第 1 の部分よりも媒体対向面とは反対側に配置され、トラック幅よりも大きい幅を有する第 2 の部分とを含むことを特徴とする請求項 5 記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 8】 更に、前記磁極部分層の側方に配置された薄膜コイルの少なくとも一部を覆い、前記ギャップ層側の面が前記磁極部分層におけるギャップ層側の面と共に平坦化されたコイル絶縁層を形成する工程を備えたことを特徴とする請求項 5 ないし 7 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、少なくとも誘導型電磁変換素子を有する薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、ハードディスク装置の面記録密度の向上に伴って、薄膜磁気ヘッドの性能向上が求められている。薄膜磁気ヘッドとしては、書き込み用の誘導型電磁変換素子を有する記録ヘッドと読み出し用の磁気抵抗（以下、MR（Magneto-resistive）とも記す。）素子を有する再生ヘッドとを積層した構造の複合型薄膜磁気ヘッドが広く用いられている。

【0003】 ところで、記録ヘッドの性能のうち、記録密度を高めるには、磁気記録媒体におけるトラック密度を上げる必要がある。このためには、記録ギャップ層を挟んでその上下に形成された下部磁極および上部磁極のエアペアリング面での幅を数ミクロンからサブミクロン寸法まで狭くした狭トラック構造の記録ヘッドを実現する必要があり、これを達成するために半導体加工技術が利用されている。

【0004】ここで、図9ないし図12を参照して、従来の薄膜磁気ヘッドの製造方法の一例として、複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法の一例について説明する。なお、図9ないし図12において、(a)はエアペアリング面に垂直な断面を示し、(b)は磁極部分のエアペアリング面に平行な断面を示している。

【0005】この製造方法では、まず、図9に示したように、例えばアルティック($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiC}$)よりなる基板101の上に、例えばアルミナ(Al_2O_3)よりなる絶縁層102を、約 $5 \sim 10 \mu\text{m}$ 程度の厚みで堆積する。次に、絶縁層102の上に、磁性材料よりなる再生ヘッド用の下部シールド層103を形成する。

【0006】次に、下部シールド層103の上に、例えばアルミナを $100 \sim 200 \text{ nm}$ の厚みにスパッタ堆積し、絶縁層としての下部シールドギャップ膜104を形成する。次に、下部シールドギャップ膜104の上に、再生用のMR素子105を、数十nmの厚みに形成する。次に、下部シールドギャップ膜104の上に、MR素子105に電気的に接続される一对の電極層106を形成する。

【0007】次に、下部シールドギャップ膜104およびMR素子105の上に、絶縁層としての上部シールドギャップ膜107を形成し、MR素子105をシールドギャップ膜104、107内に埋設する。

【0008】次に、上部シールドギャップ膜107の上に、磁性材料からなり、再生ヘッドと記録ヘッドの双方に用いられる上部シールド層兼下部磁極層(以下、下部磁極層と記す。)108を、約 $3 \mu\text{m}$ の厚みに形成する。

【0009】次に、図10に示したように、下部磁極層108の上に、絶縁膜、例えばアルミナ膜よりなる記録ギャップ層109を $0.2 \mu\text{m}$ の厚みに形成する。次に、磁路形成のために、記録ギャップ層109を部分的にエッチングして、コンタクトホール109aを形成する。次に、磁極部分における記録ギャップ層109の上に、記録ヘッド用の磁性材料よりなる上部磁極チップ110を、 $0.5 \sim 1.0 \mu\text{m}$ の厚みに形成する。このとき同時に、磁路形成のためのコンタクトホール109aの上に、磁路形成のための磁性材料からなる磁性層119を形成する。

【0010】次に、図11に示したように、上部磁極チップ110をマスクとして、イオンミリングによって、記録ギャップ層109と下部磁極層108をエッチングする。図11(b)に示したように、上部磁極部分(上部磁極チップ110)、記録ギャップ層109および下部磁極層108の一部の各側壁が垂直に自己整合的に形成された構造は、トリム(Trim)構造と呼ばれる。

【0011】次に、全面に、例えばアルミナ膜よりなる絶縁層111を、約 $3 \mu\text{m}$ の厚みに形成する。次に、この絶縁層111を、上部磁極チップ110および磁性層

119の表面に至るまで研磨して平坦化する。

【0012】次に、平坦化された絶縁層111の上に、例えば銅(Cu)よりなる誘導型の記録ヘッド用の第1層目の薄膜コイル112を形成する。次に、絶縁層111およびコイル112の上に、フォトレジスト層113を、所定のパターンに形成する。次に、フォトレジスト層113の表面を平坦にするために所定の温度で熱処理する。次に、フォトレジスト層113の上に、第2層目の薄膜コイル114を形成する。次に、フォトレジスト層113およびコイル114上に、フォトレジスト層115を、所定のパターンに形成する。次に、フォトレジスト層115の表面を平坦にするために所定の温度で熱処理する。

【0013】次に、図12に示したように、上部磁極チップ110、フォトレジスト層113、115および磁性層119の上に、記録ヘッド用の磁性材料、例えばパーマロイよりなる上部磁極層116を形成する。次に、上部磁極層116の上に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層117を形成する。最後に、上記各層を含むスライダの機械加工を行って、記録ヘッドおよび再生ヘッドを含む薄膜磁気ヘッドのエアペアリング面118を形成して、薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0014】図13は、図12に示した薄膜磁気ヘッドの平面図である。なお、この図では、オーバーコート層117や、その他の絶縁層および絶縁膜を省略している。

【0015】図12(a)において、THは、スロートハイトを表し、MR-Hは、MRハイトを表している。なお、スロートハイトとは、2つの磁極層が記録ギャップ層を介して対向する部分の、エアペアリング面側の端部から反対側の端部までの長さ(高さ)をいう。また、MRハイトとは、MR素子のエアペアリング面側の端部から反対側の端部までの長さ(高さ)をいう。また、図12(b)において、P2Wは、磁極幅すなわち記録トラック幅を表している。薄膜磁気ヘッドの性能を決定する要因として、スロートハイトやMRハイト等の他に、図12(a)においてθで示したようなエイペックスアングル(Apex Angle)がある。このエイペックスアングルは、フォトレジスト層113、115で覆われて山状に盛り上がったコイル部分(以下、エイペックス部と言う。)における磁極側の側面の角部を結ぶ直線と絶縁層111の上面とのなす角度をいう。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】薄膜磁気ヘッドの性能向上させるには、図12に示したようなスロートハイトTH、MRハイトMR-H、エイペックスアングルθおよび記録トラック幅P2Wを正確に形成することが重要である。

【0017】特に、近年は、高面密度記録を可能とするため、すなわち狭トラック構造の記録ヘッドを形成する

ために、トラック幅P 2 Wには $1.0 \mu\text{m}$ 以下のサブミクロン寸法が要求されている。そのために半導体加工技術を利用して上部磁極をサブミクロン寸法に加工する技術が必要となる。

【0018】ここで、問題となるのは、エイペックス部の上に形成される上部磁極層を微細に形成することが困難なことである。

【0019】ところで、上部磁極層を形成する方法としては、例えば、特開平7-262519号公報に示されるように、フレームめっき法が用いられる。フレームめっき法を用いて上部磁極層を形成する場合は、まず、エイペックス部の上に全体的に、例えばパーマロイよりも薄い電極膜を、例えばスパッタリングによって形成する。次に、その上にフォトレジストを塗布し、フォトリソグラフィ工程によりパターニングして、めっきのためのフレーム（外枠）を形成する。そして、先に形成した電極膜をシード層として、めっき法によって上部磁極層を形成する。

【0020】ところが、エイペックス部と他の部分とでは、例えば $7 \sim 10 \mu\text{m}$ 以上の高低差がある。このエイペックス部上に、フォトレジストを $3 \sim 4 \mu\text{m}$ の厚みで塗布する。エイペックス部上のフォトレジストの膜厚が最低 $3 \mu\text{m}$ 以上必要であるとすると、流動性のあるフォトレジストは低い方に集まることから、エイペックス部の下方では、例えば $8 \sim 10 \mu\text{m}$ 以上の厚みのフォトレジスト膜が形成される。

【0021】上述のようにサブミクロン寸法の記録トラック幅を実現するには、フォトレジスト膜によってサブミクロン寸法の幅のフレームパターンを形成する必要がある。従って、エイペックス部上で、 $8 \sim 10 \mu\text{m}$ 以上の厚みのあるフォトレジスト膜によって、サブミクロン寸法の微細なパターンを形成しなければならない。ところが、このような厚い膜厚のフォトレジストパターンを狭パターン幅で形成することは製造工程上極めて困難であった。

【0022】しかも、フォトリソグラフィの露光時に、露光用の光が、シード層としての下地電極膜で反射し、この反射光によってもフォトレジストが感光して、フォトレジストパターンのくずれ等が生じ、シャープかつ正確なフォトレジストパターンが得られなくなる。

【0023】このように、従来は、磁極幅がサブミクロン寸法になると、上部磁性層を精度よく形成することが困難になるという問題点があった。

【0024】このようなことから、上述の従来例の図10ないし図12の工程でも示したように、記録ヘッドの狭トラックの形成に有効な上部磁極チップ110によって、 $1.0 \mu\text{m}$ 以下のトラック幅を形成した後、この上部磁極チップ110と接続されるヨーク部分となる上部磁極層116を形成する方法も採用されている（特開昭62-245509号公報、特開昭60-10409号

公報参照）。このように、通常の上部磁極層を、上部磁極チップ110とヨーク部分となる上部磁極層116とに分割することにより、記録トラック幅を決定する上部磁極チップ110を、記録ギャップ層109の上の平坦な面の上に、ある程度微細に形成することが可能になる。

【0025】また、特開平6-314413号公報には、上部磁極層と下部磁極層の双方を、磁極部分を含む層とヨーク部分となる層の2つの層で構成した薄膜磁気ヘッドが開示されている。

【0026】しかしながら、図12に示した薄膜磁気ヘッドにおいても、特開平6-314413号公報に開示された薄膜磁気ヘッドにおいても、ヨーク部分となる層の先端面はエアペアリング面に露出している。そのため、このような薄膜磁気ヘッドでは、磁極部分を含む層のみならず、ヨーク部分となる層側でも書き込みが行われ、記録媒体に対して、本来、記録すべき領域以外の領域にもデータを書き込んでしまう、いわゆるサイドライトが発生するという問題点があった。

【0027】また、特開平6-314413号公報に開示された薄膜磁気ヘッドでは、磁極部分において、上部磁極層の2つの層と下部磁極層の2つの層の合計4つの層の幅が等しく形成されている。このように磁極部分において幅が等しくなるように4つの層を形成する方法としては、各層の形成時において各層の磁極部分の形状が決まるよう各層を形成する方法や、4つの層を形成した後に、磁極部分における4つの層の幅が等しくなるように4つの層を一括してエッチングする方法が考えられる。

【0028】しかしながら、各層の形成時において各層の磁極部分の形状が決まるよう各層を形成する方法では、特に記録トラック幅を小さくしていった場合には、各層の磁極部分の形状を精度よく決定し、且つ各層の磁極部分の位置合わせを精度よく行うことが難しいという問題点がある。

【0029】また、4つの層を一括してエッチングする方法では、エッチングに多くの時間を要すると共に、4つの層の磁極部分の形状を精度よく決定することが難しいという問題点がある。

【0030】また、従来の薄膜磁気ヘッドでは、磁路長（Yoke Length）を短くすることが困難であるという問題点があった。すなわち、コイルピッチが小さいほど、磁路長の短いヘッドを実現することができ、特に高周波特性に優れた記録ヘッドを形成することができるが、コイルピッチを限りなく小さくしていった場合、スロートハイゼロ位置（スロートハイゼットを決定する絶縁層のエアペアリング面側の端部の位置）からコイルの外周端までの距離が、磁路長を短くすることを妨げる大きな要因となっていた。磁路長は、1層のコイルよりは2層のコイルの方が短くできることから、多くの高周波用の記録

ヘッドでは2層コイルを採用している。しかしながら、従来の磁気ヘッドでは、1層目のコイルを形成した後、コイル間の絶縁膜を形成するために、フォトレジスト膜を約 $2\text{ }\mu\text{m}$ の厚みで形成している。そのため、1層目のコイルの外周端には丸みを帯びた小さなエイベックス部が形成される。次に、その上に2層目のコイルを形成するが、その際に、エイベックス部の傾斜部では、コイルのシード層のエッチングができず、コイルがショートするため、2層目のコイルは平坦部に形成する必要がある。

【0031】従って、例えば、コイルの厚みを $2\sim 3\text{ }\mu\text{m}$ とし、コイル間絶縁膜の厚みを $2\text{ }\mu\text{m}$ とし、エイベックスアングルを $45^\circ\sim 55^\circ$ とすると、磁路長としては、コイルに対応する部分の長さに加え、コイルの外周端からスロートハイトゼロ位置の近傍までの距離である $3\sim 4\text{ }\mu\text{m}$ の距離の2倍（上部磁極層と下部磁極層とのコンタクト部からコイル内周端までの距離も $3\sim 4\text{ }\mu\text{m}$ 必要。）の $6\sim 8\text{ }\mu\text{m}$ が必要である。このコイルに対応する部分以外の長さが、磁路長の縮小を妨げる要因となっていた。

【0032】ここで、例えば、コイルの線幅が $1\sim 2\text{ }\mu\text{m}$ 、スペースが $0\sim 8\text{ }\mu\text{m}$ の11巻コイルを2層で形成する場合を考える。この場合、図12に示したように、1層目を6巻、2層目を5巻とすると、磁路長のうち、1層目のコイル112に対応する部分の長さは $11\cdot 2\text{ }\mu\text{m}$ である。磁路長には、これに加え、1層目のコイル112の外周端および内周端より、1層目のコイル112を絶縁するためのフォトレジスト層113の端部までの距離として、合計 $6\sim 8\text{ }\mu\text{m}$ の長さが必要になる。従って、磁路長は $17\cdot 2\sim 19\cdot 2\text{ }\mu\text{m}$ となる。また、もし11巻コイルを1層で形成するとなると、磁路長は $27\cdot 2\sim 29\cdot 2\text{ }\mu\text{m}$ となる。なお、本出願では、磁路長を、図12において符号 L_0 で示したように、磁極層のうちの磁極部分およびコンタクト部分を除いた部分の長さで表す。このように、従来は、磁路長の縮小が困難であり、これが高周波特性の改善を妨げていた。

【0033】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その第1の目的は、誘導型電磁変換素子の磁極部分を精度よく形成することができると共に、記録すべき領域以外の領域へのデータの書き込みを防止することができるようとした薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法を提供することにある。

【0034】本発明の第2の目的は、上記第1の目的に加え、磁路長の縮小を可能にした薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法を提供することにある。

【0035】

【課題を解決するための手段】本発明の薄膜磁気ヘッドは、記録媒体に対向する媒体対向面と、互いに磁気的に連結され、媒体対向面側において互いに對向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層を含む第1およ

び第2の磁性層と、第1の磁性層の磁極部分と第2の磁性層の磁極部分との間に設けられたギャップ層と、少なくとも一部が第1および第2の磁性層の間に、第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイルとを備えた薄膜磁気ヘッドであって、第1の磁性層は、一方の面がギャップ層に隣接し、第1の磁性層における磁極部分を含む磁極部分層と、磁極部分層の他方の面に接続され、第1の磁性層におけるヨーク部分となるヨーク部分層とを有し、ヨーク部分層の媒体対向面側の端部は媒体対向面から離れた位置に配置され、薄膜コイルの少なくとも一部は磁極部分層の側方に配置され、第2の磁性層は、トラック幅を規定する部分を有する1つの層からなるものである。

【0036】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、記録媒体に対向する媒体対向面と、互いに磁気的に連結され、媒体対向面側において互いに對向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層を含む第1および第2の磁性層と、第1の磁性層の磁極部分と第2の磁性層の磁極部分との間に設けられたギャップ層と、少なくとも一部が第1および第2の磁性層の間に、第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイルとを備えた薄膜磁気ヘッドを製造する方法であって、第1の磁性層を形成する工程と、第1の磁性層の上にギャップ層を形成する工程と、ギャップ層の上に第2の磁性層を形成する工程と、少なくとも一部が第1および第2の磁性層の間に、この第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で配置されるように、薄膜コイルを形成する工程とを備え、第1の磁性層を形成する工程は、一方の面がギャップ層に隣接し、第1の磁性層における磁極部分を含む磁極部分層と、磁極部分層の他方の面に接続され、第1の磁性層におけるヨーク部分となるヨーク部分層とを形成し、且つヨーク部分層の媒体対向面側の端部を媒体対向面から離れた位置に配置し、薄膜コイルを形成する工程は、薄膜コイルの少なくとも一部を磁極部分層の側方に配置し、第2の磁性層は、トラック幅を規定する部分を有する1つの層からなるものである。

【0037】本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法では、第1の磁性層が磁極部分層とヨーク部分層とを有し、且つヨーク部分層の媒体対向面側の端部は媒体対向面から離れた位置に配置されるので、第1の磁性層の磁極部分層を精度よく形成することが可能である。また、本発明では、薄膜コイルの少なくとも一部が磁極部分層の側方に配置されるので、1つの層からなる第2の磁性層を平坦または平坦に近い状態で形成することができる。これらのことから、本発明では、磁極部分を精度よく形成することが可能になる。また、本発明では、ヨーク部分層の媒体対向面側の端部は媒体対向面から離れた位置に配置されるので、記録すべき領域以外の領域へのデータの書き込みが防止される。

【0038】本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方

法において、磁極部分層は、一端が媒体対向面に配置された、トラック幅に等しい幅を有する部分を含んでいてもよい。

【0039】また、本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法において、磁極部分層は、一端が媒体対向面に配置され、トラック幅に等しい幅を有する第1の部分と、第1の部分よりも媒体対向面とは反対側に配置され、トラック幅よりも大きい幅を有する第2の部分とを含んでいてもよい。

【0040】また、本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法において、磁極部分層の側方に配置された薄膜コイルの少なくとも一部を覆い、ギャップ層側の面が磁極部分層におけるギャップ層側の面と共に平坦化されたコイル絶縁層を設けてもよい。

【0041】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【第1の実施の形態】まず、図1ないし図7を参照して、本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法について説明する。なお、図1ないし図6において、(a)はエアベアリング面に垂直な断面を示し、(b)は磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示している。

【0042】本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、まず、図1に示したように、例えばアルティック ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiC}$) よりなる基板1の上に、例えばアルミナ (Al_2O_3) よりなる絶縁層2を、約5 μm の厚みで堆積する。次に、絶縁層2の上に、磁性材料、例えばパーマロイよりなる再生ヘッド用の下部シールド層3を、約3 μm の厚みに形成する。下部シールド層3は、例えば、フォトレジスト膜をマスクにして、めっき法によって、絶縁層2の上に選択的に形成する。次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層31を、例えば4～5 μm の厚みに形成し、例えば化学機械研磨(以下、CMPと記す。)によって、下部シールド層3が露出するまで研磨して、表面を平坦化処理する。

【0043】次に、下部シールド層3の上に、絶縁膜としての下部シールドギャップ膜4を、例えば約20～40 nmの厚みに形成する。次に、下部シールドギャップ膜4の上に、再生用のMR素子5を、数十nmの厚みに形成する。MR素子5は、例えば、スパッタによって形成したMR膜を選択的にエッチングすることによって形成する。なお、MR素子5には、AMR素子、GMR素子、あるいはTMR(トンネル磁気抵抗効果)素子等の磁気抵抗効果を示す感磁膜を用いた素子を用いることができる。次に、下部シールドギャップ膜4の上に、MR素子5に電気的に接続される一对の電極層6を、数十nmの厚みに形成する。次に、下部シールドギャップ膜4およびMR素子5の上に、絶縁膜としての上部シールドギャップ膜7を、例えば約20～40 nmの厚みに形成

し、MR素子5をシールドギャップ膜4、7内に埋設する。シールドギャップ膜4、7に使用する絶縁材料としては、アルミナ、窒化アルミニウム、ダイヤモンドライカーボン(DLC)等がある。また、シールドギャップ膜4、7は、スパッタ法によって形成してもよいし、化学的気相成長(CVD)法によって形成してもよい。アルミナ膜よりなるシールドギャップ膜4、7をCVD法によって形成する場合には、材料としては例えばトリメチルアルミニウム($\text{Al}(\text{CH}_3)_3$)および H_2O を用いる。CVD法を用いると、薄く、且つ緻密でピンホールの少ないシールドギャップ膜4、7を形成することが可能となる。

【0044】次に、上部シールドギャップ膜7の上に、磁性材料、例えばパーマロイよりなる、再生ヘッド用の上部シールド層8を、例えば1.0 μm の厚みで、選択的に形成する。次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層32を、約2～3 μm の厚みに形成し、例えばCMPによって、上部シールド層8が露出するまで研磨して、表面を平坦化処理する。

【0045】次に、上部シールド層8および絶縁層32の上に、再生ヘッドと記録ヘッドとを磁気的に絶縁するための、例えばアルミナよりなる絶縁膜9を、例えば0.1～0.2 μm の厚みに形成する。

【0046】次に、図2に示したように、絶縁膜9の上に、磁性材料によって、記録ヘッド用の下部磁極層10におけるヨーク部分となるヨーク部分層10bを、例えば1.0～1.5 μm の厚みで、選択的に形成する。なお、下部磁極層10は、このヨーク部分層10bと、後述する磁極部分層10aおよび接続部分層10cとで構成される。ヨーク部分層10bのエアベアリング面30側の端部は、エアベアリング面30から離れた位置に配置されている。

【0047】ヨーク部分層10bは、NiFe(Ni:80重量%, Fe:20重量%)や、高飽和磁束密度材料であるNiFe(Ni:45重量%, Fe:55重量%)等を用い、めっき法によって形成してもよいし、高飽和磁束密度材料であるFeN, FeZrN等の材料を用い、スパッタによって形成してもよい。この他にも、高飽和磁束密度材料であるCoFe, Co系アモルファス材等を用いてもよい。

【0048】次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層を、約2～3 μm の厚みに形成し、例えばCMPによって、ヨーク部分層10bが露出するまで研磨して、表面を平坦化処理する。これにより、図2に示したように、ヨーク部分層10bのエアベアリング面30側の端部からエアベアリング面30までの部分において、絶縁膜9の上に絶縁層11が形成される。

【0049】次に、図3に示したように、絶縁層11とヨーク部分層10bの上に下部磁極層10の磁極部分層10aを形成すると共に、ヨーク部分層10bの上に接

続部分層10cを形成する。磁極部分層10aは、下部磁極層10における磁極部分を含む。接続部分層10cは、後述する薄膜コイルの中心の近傍の位置に配置される。磁極部分層10aと接続部分層10cの厚みは、例えば1.0～1.5μmとする。

【0050】下部磁極層10の磁極部分層10aおよび接続部分層10cは、NiFe(Ni:80重量%, Fe:20重量%)や、高飽和磁束密度材料であるNiFe(Ni:45重量%, Fe:55重量%)等を用い、めっき法によって形成してもよいし、高飽和磁束密度材料であるFeN, FeZrN等の材料を用い、スパッタによって形成してもよい。この他にも、高飽和磁束密度材料であるCoFe, Co系アモルファス材等を用いてもよい。

【0051】次に、図4に示したように全体に、例えばアルミナよりなる絶縁膜12を、約0.3～0.5μmの厚みに形成する。次に、絶縁膜12の上に、フレームめっき法によって、例えば銅よりなる薄膜コイル13を、例えば0.8～1.0μmの厚みに形成する。薄膜コイル13は、接続部分層10cを中心にして巻回されるように形成される。なお、図中、符号13aは、薄膜コイル13を後述するリード層19に接続するための接続部を示している。次に、薄膜コイル13を巻うようにフォトレジスト層14を形成する。

【0052】次に、全体に、例えばアルミナよりなるコイル絶縁層15を、約3～4μmの厚みで形成する。次に、例えばCMPによって、下部磁極層10の磁極部分層10aおよび接続部分層10cが露出するまで、コイル絶縁層15を研磨して、表面を平坦化処理する。ここで、図4は、薄膜コイル13は露出していないが、薄膜コイル13が露出するようにしてもよい。

【0053】次に、図5に示したように、エアペアリング面30より所定の距離だけ離れた位置からエアペアリング面30までの部分を除く全体の上に、スロートハイトを規定するための、例えばアルミナよりなる絶縁層16を、例えば0.8μmの厚みに形成する。

【0054】次に、全体に、絶縁材料よりなる記録ギャップ層17を、例えば0.1～0.15μmの厚みに形成する。記録ギャップ層17に使用する絶縁材料としては、一般的に、アルミナ、窒化アルミニウム、シリコン酸化物系材料、シリコン窒化物系材料、ダイヤモンドライカーボン(DLC)等がある。また、記録ギャップ層17は、スパッタ法によって形成してもよいし、化学的気相成長(CVD)法によって形成してもよい。アルミナ膜よりなる記録ギャップ層17をCVD法によって形成する場合には、材料としては例えばトリメチルアルミニウム(A1(CH₃)₃)およびH₂Oを用いる。CVD法を用いると、薄く、且つ緻密でピンホールの少ない記録ギャップ層17を形成することが可能となる。

【0055】次に、下部磁極層10の接続部分層10c

の上の部分と薄膜コイル13の接続部13aの上の部分において、記録ギャップ層17および絶縁層16を部分的にエッチングしてコンタクトホールを形成する。

【0056】次に、図6に示したように、記録ギャップ層17の上において、エアペアリング面30から下部磁極層10の接続部分層10cの上の部分にかけて上部磁極層18を例えば2.0～3.0μmの厚みに形成すると共に、薄膜コイル13の接続部13aに接続されるようリード層19を例えば3～4μmの厚みに形成する。上部磁極層18は、下部磁極層10の接続部分層10cに接続される。

【0057】上部磁極層18は、NiFe(Ni:80重量%, Fe:20重量%)や、高飽和磁束密度材料であるNiFe(Ni:45重量%, Fe:55重量%)等を用い、めっき法によって形成してもよいし、高飽和磁束密度材料であるFeN, FeZrN等の材料を用い、スパッタによって形成してもよい。この他にも、高飽和磁束密度材料であるCoFe, Co系アモルファス材等を用いてもよい。また、高周波特性の改善のため、上部磁極層18を、無機系の絶縁膜とパーマロイ等の磁性層とを何層にも重ね合わせた構造としてもよい。

【0058】次に、上部磁極層18の磁極部分の周辺において、上部磁極層18をマスクとして、ドライエッチングにより、記録ギャップ層17を選択的にエッチングする。このときのドライエッチングには、例えば、BC₁₂, C₁₂等の塩素系ガスや、CF₄, SF₆等のフッ素系ガス等のガスを用いた反応性イオンエッチング(以下、RIEと記す。)が用いられる。次に、上部磁極層18の磁極部分の周辺において、上部磁極層18をマスクとして、例えばアルゴン系ガスを用いたイオンミリングによって、下部磁極層10の磁極部分層10aを選択的に約0.3～0.6μm程度エッチングして、図6

(b)に示したようなトリム構造とする。このトリム構造によれば、狭トラックの書き込み時に発生する磁束の広がりによる実効トラック幅の増加を防止することができる。

【0059】次に、全体に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層20を、例えば20～40μmの厚みに形成し、その表面を平坦化して、その上に、図示しない電極用パッドを形成する。最後に、上記各層を含むライダの研磨加工を行って、記録ヘッドおよび再生ヘッドを含む薄膜磁気ヘッドのエアペアリング面30を形成して、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0060】図7は、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドにおける下部磁極層10および上部磁極層18の磁極部分の近傍を示す斜視図である。

【0061】本実施の形態では、下部磁極層10が本発明における第1の磁性層に対応し、上部磁極層18が本発明における第2の磁性層に対応する。

【0062】以上説明したように、本実施の形態に係る

薄膜磁気ヘッドは、記録媒体に対向する媒体対向面（エアペアリング面30）と、再生ヘッドと、記録ヘッド（誘導型電磁変換素子）とを備えている。再生ヘッドと記録ヘッドは、絶縁膜9によって磁気的に絶縁されている。

【0063】再生ヘッドは、MR素子5と、エアペアリング面30側の一部がMR素子5を挟んで対向するように配置され、MR素子5をシールドする下部シールド層3および上部シールド層8とを有している。

【0064】記録ヘッドは、互いに磁気的に連結され、エアペアリング面30側において互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層を含む下部磁極層10および上部磁極層18と、これら2つの磁極層10、18の各磁極部分の間に設けられた記録ギャップ層17と、少なくとも一部がこれら2つの磁極層10、18の間に、2つの磁極層10、18に対して絶縁された状態で配設された薄膜コイル13とを有している。

【0065】下部磁極層10は、一方の面（上面）が記録ギャップ層17に隣接し、下部磁極層10における磁極部分を含む磁極部分層10aと、磁極部分層10aの他方の面（下面）に接続され、下部磁極層10におけるヨーク部分となるヨーク部分層10bとを有している。ヨーク部分層10bのエアペアリング面30側の端部はエアペアリング面30から離れた位置に配置されている。ヨーク部分層10bのエアペアリング面30側の端部からエアペアリング面30までの部分には、絶縁層11が配置されている。上部磁極層18は、トラック幅を規定する部分を有する1つの層からなる。

【0066】また、図7に示したように、下部磁極層10における磁極部分層10aは、一端がエアペアリング面30に配置され、少なくとも一部が記録トラック幅に等しい幅を有する第1の部分10a₁と、第1の部分10a₁よりもエアペアリング面30とは反対側に配置され、記録トラック幅よりも大きい幅を有する第2の部分10a₂とを含んでいる。

【0067】上部磁極層18は、エアペアリング面30側から順に配置された第1の部分18A、第2の部分18Bおよび第3の部分18Cを有している。第1の部分18Aの幅は記録トラック幅に等しく、第2の部分18Bの幅は第1の部分18Aの幅よりも大きく、第3の部分18Cの幅は第2の部分18Bの幅よりも大きくなっている。第3の部分18Cの幅は、エアペアリング面30に近づく従って徐々に小さくなっている。

【0068】また、薄膜コイル13は、下部磁極層10の磁極部分層10aの側方に配置されている。薄膜コイル13は、フォトレジスト層14とコイル絶縁層15によって覆われ、コイル絶縁層15の上面は、磁極部分層10aの上面と共に平坦化されている。

【0069】以上説明したように、本実施の形態では、下部磁極層10は磁極部分層10aとヨーク部分層10bとを有している。従って、本実施の形態によれば、磁極部分を含む磁極部分層10aを微細に精度よく形成することが可能になる。また、本実施の形態では、薄膜コイル13を、下部磁極層10の磁極部分層10aの側方に配置し、薄膜コイル13を覆うコイル絶縁層15の上面を下部磁極層10の磁極部分層10aの上面と共に平坦化し、この平坦化された面の上に絶縁層16および記録ギャップ層17を介して、上部磁極層18を形成している。従って、本実施の形態によれば、1つの層からなる上部磁極層18を平坦または平坦に近い状態で形成することができ、その結果、磁極部分を含む上部磁極層18を微細に精度よく形成することができる。

【0070】また、本実施の形態では、下部磁極層10のヨーク部分層10bのエアペアリング面30側の端部はエアペアリング面30から離れた位置に配置されている。そのため、本実施の形態では、エアペアリング面30における上部磁極層18の磁極部分の幅と下部磁極層10の磁極部分の幅を等しくする場合、上部磁極層18と下部磁極層の磁極部分層10aおよびヨーク部分層10bの3つの層についてではなく、上部磁極層18と磁極部分層10aとの2つの層のみについて磁極部分の幅を等しくすればよい。従って、本実施の形態によれば、上部磁極層18の磁極部分の幅と下部磁極層10の磁極部分の幅を等しくすることを、容易に且つ精度よく行うことができる。

【0071】以上のことから、本実施の形態によれば、記録ヘッド（誘導型電磁変換素子）の磁極部分を精度よく形成することができる。

【0072】また、本実施の形態によれば、ヨーク部分層10bのエアペアリング面30側の端部をエアペアリング面30から離れた位置に配置したので、記録すべき領域以外の領域へのデータの書き込み、すなわちサイドライトを防止することができる。

【0073】ところで、従来、記録ヘッドの下部磁極層が再生ヘッドの上部シールド層を兼ねた構造の複合型薄膜磁気ヘッドでは、記録ヘッドにおける記録動作の直後に、再生ヘッドにおける再生信号にノイズが発生したり、再生信号の変動が大きくなるという問題点があった。その原因の一つは、記録ヘッドの記録動作に伴って記録ヘッド側で発生する残留磁気およびその変動であると考えられる。

【0074】これに対し、本実施の形態では、再生ヘッドの上部シールド層8と記録ヘッドの下部磁極層10とを分離すると共に、これらの間に絶縁膜9を配置している。これにより、記録ヘッド側で発生する残留磁気のMR素子5に対する影響を低減することができる。更に、本実施の形態では、下部磁極層10のヨーク部分層10bのエアペアリング面30側の端部をエアペアリング面30から離れた位置に配置し、ヨーク部分層10bのエアペアリング面30側の端部からエアペアリング面30

までの部分に絶縁層11を配置しているため、記録ヘッドの磁極部分と再生ヘッドのMR素子5との間を絶縁層11によって磁気的に分離することができる。その結果、本実施の形態によれば、絶縁層11によって、記録ヘッド側で発生する残留磁気のMR素子5に対する影響をより一層低減することができる。従って、本実施の形態によれば、記録ヘッドの記録動作に起因して再生ヘッドにおける再生信号に発生するノイズや変動を低減することができる。

【0075】また、本実施の形態では、薄膜コイル13を下部磁極層10の磁極部分層10aの側方に配置し、平坦な絶縁膜12の上に形成している。そのため、本実施の形態によれば、薄膜コイル13を微細に精度よく形成することが可能になる。また、本実施の形態によれば、磁極部分層10aのエアペアリング面30とは反対側の端部の近くに、薄膜コイル13の端部を配置することができる。これらのことから、本実施の形態によれば、従来に比べて磁路長の縮小が可能となる。更に、薄膜コイル13で発生した起磁力が途中で飽和することを防止でき、薄膜コイル13で発生した起磁力を効率よく記録に利用することができる。従って、本実施の形態によれば、記録ヘッドの高周波特性や、非線形トランジションシフト(Non-linear Transition Shift; NLTS)や、重ね書きする場合の特性であるオーバーライト特性の優れた薄膜磁気ヘッドを提供することが可能となる。

【0076】また、本実施の形態では、薄膜コイル13を下部磁極層10の磁極部分層10aの側方に配置し、薄膜コイル13を覆うコイル絶縁層15の上面を、磁極部分層10aの上面と共に平坦化している。そのため、本実施の形態によれば、コイル絶縁層15に隣接する層を精度よく形成することが可能になる。

【0077】また、本実施の形態では、薄膜コイル13を下部磁極層10の磁極部分層10aの側方に配置したことから、上部磁極層18をほぼ平坦な1つの層で構成することができる。従って、本実施の形態によれば、上部磁極層を複数の層で構成する場合に比べて、工数を減らすことができる。

【0078】【第2の実施の形態】次に、図8を参照して、本発明の第2の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法について説明する。図8は本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの構成を示し、(a)はエアペアリング面に垂直な断面を示し、(b)は磁極部分のエアペアリング面に平行な断面を示している。

【0079】本実施の形態では、図8(b)に示したように、エアペアリング面30における上部磁極層18の幅と磁極部分層10aの幅を、厚み方向の全体にわたって等しくしたものである。このように両者の幅を等しくする方法としては、上部磁極層18をマスクとして記録ギャップ層17と磁極部分層10aとをエッティングする

方法でもよいし、上部磁極層18の上に形成したマスク層をマスクとして、上部磁極層18、記録ギャップ層17および磁極部分層10aをエッティングする方法でもよい。エッティング方法としては、例えばRIEが用いられる。また、マスク層は、例えば、アルミナ層の上に、パターニングされた金属層を形成し、この金属層をマスクとして、RIEによってアルミナ層をエッティングすることによって形成される。

【0080】また、本実施の形態において、上部磁極層18、記録ギャップ層17および下部磁極層10の磁極部分層10aを集束イオンビームによってエッティングするようにしてもよい。

【0081】本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第1の実施の形態と同様である。

【0082】本発明は、上記各実施の形態に限定されず、種々の変更が可能である。例えば上記各実施の形態では、基体側に読み取り用のMR素子を形成し、その上に、書き込み用の誘導型電磁変換素子を積層した構造の薄膜磁気ヘッドについて説明したが、この積層順序を逆にしてもよい。

【0083】つまり、基体側に書き込み用の誘導型電磁変換素子を形成し、その上に、読み取り用のMR素子を形成してもよい。このような構造は、例えば、上記実施の形態に示した上部磁極層の機能を有する磁性膜を下部磁極層として基体側に形成し、記録ギャップ膜を介して、それに対向するように上記実施の形態に示した下部磁極層の機能を有する磁性膜を上部磁極層として形成することにより実現できる。

【0084】また、本発明は、誘導型電磁変換素子のみを備えた記録専用の薄膜磁気ヘッドや、誘導型電磁変換素子によって記録と再生を行う薄膜磁気ヘッドにも適用することができる。

【0085】

【発明の効果】以上説明したように請求項1ないし4のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項5ないし8のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、第1の磁性層が磁極部分層とヨーク部分層とを有し、且つヨーク部分層の媒体対向面側の端部は媒体対向面から離れた位置に配置されるので、第1の磁性層の磁極部分層を精度よく形成することが可能である。また、本発明によれば、薄膜コイルの少なくとも一部が磁極部分層の側方に配置されるので、1つの層からなる第2の磁性層を平坦または平坦に近い状態で形成することができる。これらのことから、本発明によれば、誘導型電磁変換素子の磁極部分を精度よく形成することが可能になるという効果を奏する。また、本発明によれば、ヨーク部分層の媒体対向面側の端部は媒体対向面から離れた位置に配置されるので、記録すべき領域以外の領域へのデータの書き込みを防止することができるという効果を奏する。

【0086】また、請求項4記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項8記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、磁極部分層の側方に配置された薄膜コイルの少なくとも一部を覆い、ギャップ層側の面が磁極部分層におけるギャップ層側の面と共に平坦化されたコイル絶縁層を設けたので、コイル絶縁層に隣接する層を精度よく形成することが可能になるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図2】図1に続く工程を説明するための断面図である。

【図3】図2に続く工程を説明するための断面図である。

【図4】図3に続く工程を説明するための断面図である。

【図5】図4に続く工程を説明するための断面図である。

【図6】本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの断面図である。

【図7】本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッ

ドにおける下部磁極層および上部磁極層の磁極部分の近傍を示す斜視図である。

【図8】本発明の第2の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの断面図である。

【図9】従来の薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図10】図9に続く工程を説明するための断面図である。

【図11】図10に続く工程を説明するための断面図である。

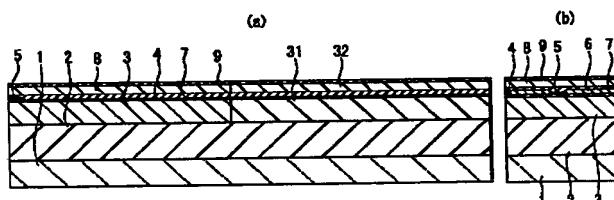
【図12】図11に続く工程を説明するための断面図である。

【図13】従来の磁気ヘッドの平面図である。

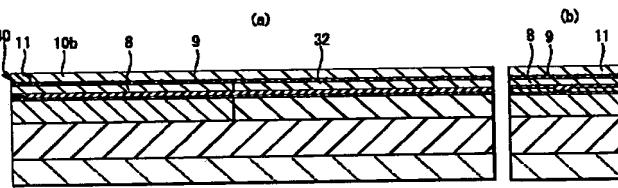
【符号の説明】

1…基板、2…絶縁層、3…下部シールド層、5…MR素子、8…上部シールド層、9…絶縁膜、10…下部磁極層、10a…磁極部分層、10b…ヨーク部分層、11…絶縁層、13…薄膜コイル、15…コイル絶縁層、16…絶縁層、17…記録ギャップ層、18…上部磁極層、20…オーバーコート層、30…エアベアリング面。

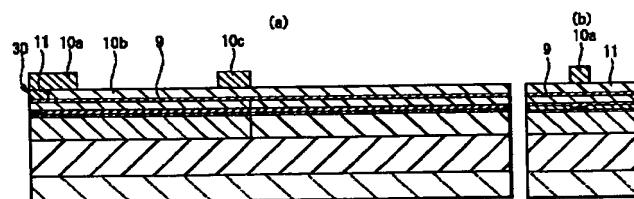
【図1】



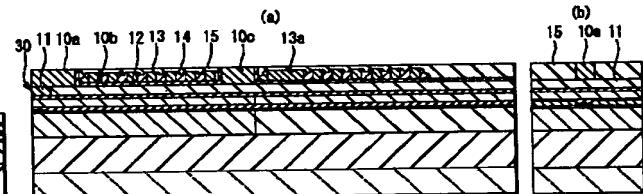
【図2】



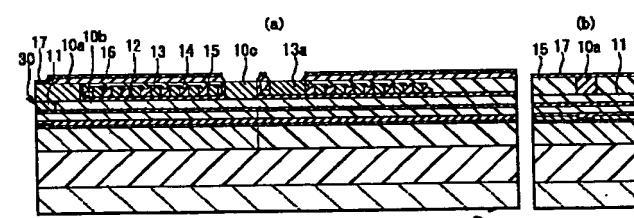
【図3】



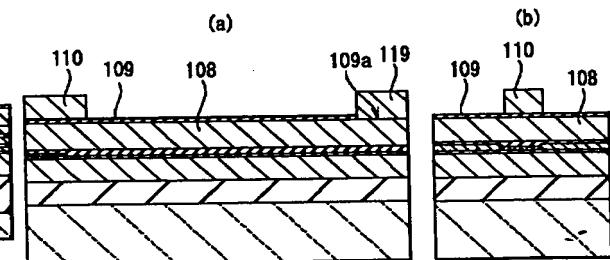
【図4】



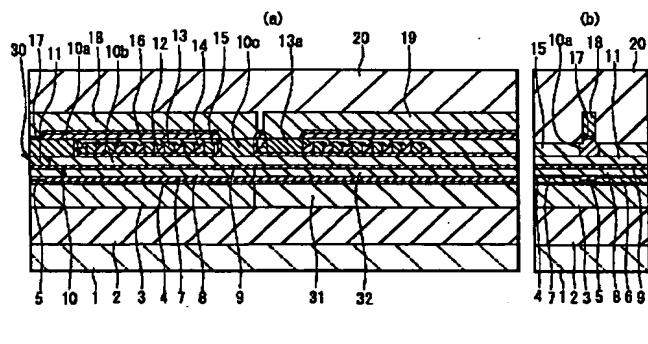
【図5】



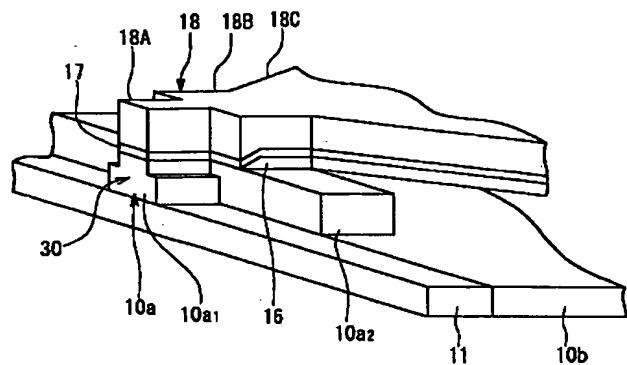
【図10】



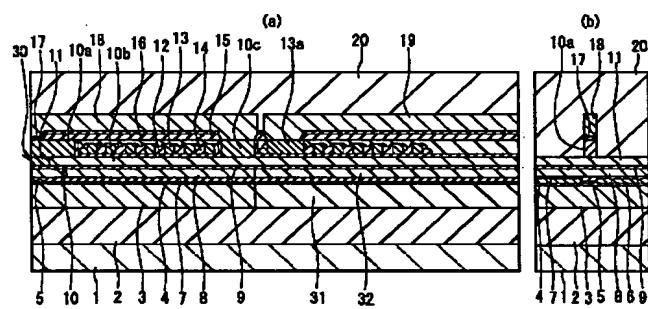
【図6】



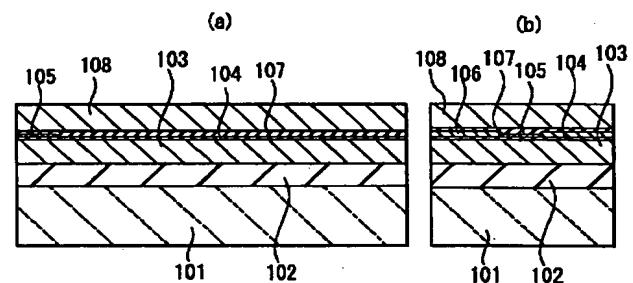
【図7】



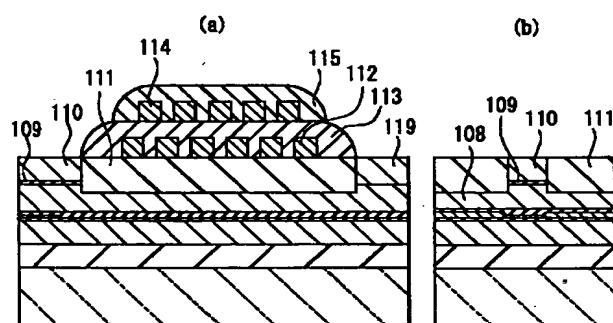
【図8】



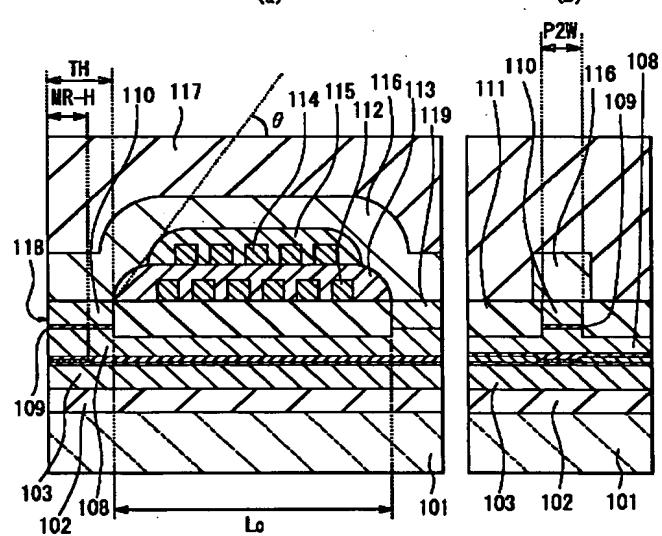
【図9】



【図11】



【図12】



【図13】

